



2¹⁹⁸⁰ **ЗЕМЛЯ**
И
ВСЕЛЕННАЯ

· АСТРОНОМИЯ · ГЕОФИЗИКА ·
· ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА ·



Титан научной мысли и подлинно народный вождь, пламенный революционер, создатель Коммунистической партии и первого в мире социалистического государства, Ленин посвятил всю свою яркую, героическую жизнь великому и благородному делу — борьбе за социальное освобождение пролетариата и всех угнетенных масс, за счастье людей труда.

Выйдя на мировую арену классовой борьбы как верный и стойкий последователь Маркса и Энгельса, Ленин всесторонне развил их революционное учение. Обладая непревзойденным даром научного предвидения, глубочайшего проникновения в самую суть происходящих событий и явлений, творчески применяя диалектико-материалистический метод к анализу новых исторических условий, он обогатил принципиально важными положениями все составные части марксизма, открыл новый этап в его развитии.

Бесценным идейно-теоретическим и методологическим оружием революционеров всех стран стало ленинское учение об империализме, о социалистической революции и диктатуре пролетариата, о партии, о классовых союзниках пролетариата в борьбе за демократию и социализм, о неразрывной связи социального и национального освобождения, а также о принципах мирного сосуществования государств с различным общественным строем. Важное значение имеют ленинские идеи о защите социалистического Отечества. Венцом теоретического творчества Ленина явилась созданная им наука о путях строительства социализма и коммунизма.

Гениальный теоретик, величайший стратег и тактик мирового пролетариата, Ленин в совершенстве владел искусством руководства революционной борьбой и коммунистическим созданием.

Ленину, партии большевиков выпала великая миссия подготовить и возглавить первую в истории победоносную социалистическую революцию, соединить теорию научного социализма с широчайшей практикой народных масс.

Для миллионов угнетенных и эксплуатируемых, всех трудящихся ленинизм стал символом социального обновления мира, революционным знаменем нашей эпохи. С именем Ленина, с его учением связаны все выдающиеся революционные события XX века.

Из Постановления ЦК КПСС «О 110-й годовщине со дня рождения Владимира Ильича Ленина»

Научно-популярный
журнал
Академии наук СССР
Основан в 1965 году
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука»
Москва

2 МАРТ
АПРЕЛЬ
1980

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

В номере:

М. Э. Омельяновский, А. Д. Урсул, В. В. Казютинский — Завещанный Лениным союз естествоиспытателей и философов . . .	2
Е. В. Хрунов — Один на один с космосом	8
П. И. Климук — Космические долгожители	12
А. В. Филипченко, Л. М. Воробьев, Н. Ф. Романтеев — Навигация на Луне	18
Б. В. Комберг — Радиогалактика Центавр А	26
А. А. Токовинин — Астрономические наблюдения с высоким раз- решением	32
В. Б. Баранов — Солнечный ветер и межзвездная среда	39
СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ	
Р. Б. Мамаева — XIV Тихоокеанский научный конгресс	43
ЭКСПЕДИЦИИ	
В. И. Войтов — 28-й рейс «Академика Курчатова»	47
КОСМОНАВТИКА ЗА РУБЕЖОМ	
С. В. Петрунин — Космические исследования во Франции	51
РАССКАЗ О ФИЛЬМЕ	
Е. И. Баланов — «Взлет»	57
ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ	
В. И. Кириченко — Юные астрономы новосибирского Академго- родка	60
ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ	
Л. Р. Коган — Самодельный радиотелескоп	66
КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛАТЕЛИЯ	
В. А. Орлов — «Интеркосмос»: пилотируемые полеты	72
КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ	
П. Г. Куликовский — О доблести, о подвигах полярных исследова- телей	75
НОВОСТИ НАУКИ (ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ)	
Новые книги [7]; Встреча «Пионера-11» с Сатурном [22]; Система Плутона [30]; Инфракрасные звезды — рентгеновские источники [31]; Вспышка новой в созвездии Тельца [31]; Магнитосфера Галактики! [38]; Пульсации радиоизлучения Солнца [31]; Нефтяное загрязнение Мирового океана [50]; Сколько на небе квазаров [6]; Новые книги [77]. Статьи и заметки по философским и мировоззренческим вопросам астрономии, наук о Земле, космонавтики, опубликованные в журнале и Вселенной» в 1965—1979 годах [78].	



РЕВОЛЮЦИЯ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ
И ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ
ФИЗИКИ

Развивая марксизм и его философию в историческую эпоху, отличающуюся от того времени, когда К. Маркс и Ф. Энгельс сформировали мировоззрение рабочего класса, В. И. Ленин обогатил философские основания естествознания новыми важнейшими положениями. О революции в естествознании XX столетия В. И. Ленин писал не только в книге «Материализм и эмпириокритицизм» (1908), к этой проблеме он обращался и в «Философских тетрадах» (1914—1916), и в статье «О значении воинствующего материализма» (1922). Среди задач, поставленных В. И. Лениным перед философами-марксистами, особо актуальна задача союза с деятелями естествознания. С тех пор прошли многие годы; естествознание в целом и физика, в особенности, обогатились новыми открытиями. Но идеи В. И. Ленина о диалектическом материализме как единственно верной философии современного естествознания, сделанные им философские выводы из новой физики, а также критика «физического» идеализма не потеряли значения и в настоящее время. Они лежат в фундаменте современных марксистских исследований философских проблем естествознания и непрерывно стимулируют эти исследования.

Современная физика по своей сути — это релятивистская и квантовая физика вместе с вырастающей из них физикой элементарных частиц. Глубокие и общие понятия теории относительности и квантовой теории далеки

Член-корреспондент АН СССР

М. Э. ОМЕЛЬЯНОВСКИЙ

Доктор философских наук
А. Д. УРСУЛ
Кандидат философских наук
В. В. КАЗЮТИНСКИЙ

Завещанный Лениным союз естествоиспытателей и философов

(к 110-летию со дня рождения В. И. Ленина)

В своих философских работах В. И. Ленин показал, что материалистическая диалектика — единственный способ мышления, соответствующий духу современной науки и позволяющий адекватно решать теоретико-познавательные, методологические, мировоззренческие проблемы научного познания. Философские выводы, сделанные В. И. Лениным из революции в физике, играют плодотворную роль в развитии современной астрономии и в определении стратегии космических исследований.

от привычной наглядности. Неклассические теории в физике привели к новым методологическим подходам и новому стилю мышления естествоиспытателей.

Для физики нашего времени характерно — и это органически связано с ее методологией, — что в ней по-прежнему и совершенно неожиданно вновь выдвигаются проблемы реальности, материи, пространства и времени, относительного и абсолютного, закономерности и причинной связи, то есть проблемы, которые, казалось, были решены традиционной философией. Логические формальные системы не могли (и не могут) справиться с задачами, которые ставило (и ставит) перед мыслящим человеком развитие неклассической физики. Марксисты ныне хорошо знают, что такого рода вопросы могут решаться и действительно решаются только диалектическим материализмом. Но

глубочайшее основание этой истины впервые было найдено В. И. Лениным.

Природа оказалась бесконечно богаче того мира, который рисовался в представлениях и теориях классической физики, выросшей на почве обыденного «макроскопического» опыта. Атомный и субатомный миры, грандиозные явления в мире галактик — таковы объекты неклассической физики с ее точнейшими приборами, индустриализованными экспериментами и колоссальной технической вооруженностью, о которых никто не помышлял в прошлые эпохи. Именно потому, что все эти новые области природы радикально отличаются от обыденного макроскопического мира и вместе с тем связаны с ним многообразными переходами, возникли и развились «дикивинные», по выражению В. И. Ленина, представления и теории современной физики, которые отражают природу вернее и полнее, нежели физика классическая.

Когда создавалась и утверждалась в естествознании теория относительности и квантовая механика, большое распространение получила позитивистская философия Э. Маха. Не в пример современным своим сторонникам и продолжателям, Мах поступал вполне последовательно (с точки зрения своей теории познания), когда отвергал объективную реальность атомов и теорию относительности. Известно, что А. Эйнштейн не только создал теорию относительности, но и был одним из родоначальников современной ядерной физики. Таким образом, отношение Э. Маха к открытиям А. Эйнштейна показывает, что позитивизм враждебен современной физике и не может служить ее фило-



софией. В данной связи необходимо напомнить слова В. И. Ленина относительно современной науки об атоме: «Разрушимость атома, неисчерпаемость его, изменчивость всех форм материи и ее движения всегда были опорой диалектического материализма»*. Точно так же всегда были опорой диалектического материализма представления теории относительности о внутреннем единстве пространства и времени, органической связи пространства и времени с движущейся материей. Философская линия теории относительности и новой физики в целом соответствует полностью словам В. И. Ленина: «Изменчивость человеческих представлений о пространстве и времени так же мало опровергает объективную реальность того и другого, как изменчивость научных знаний о строении и формах движения материи не опровергает объективной реальности внешнего мира»**.

Диалектика ученых, которые не относятся к сознательным сторонникам диалектического материализма, как и стихийный естественнонаучный материализм, не дают возможности с достаточной полнотой разрешать философские вопросы науки. **Только сознательное применение материалистической диалектики делает ученого по-настоящему свободным от односторонностей и предвзятых взглядов при разборе познавательных и методологических проблем естествознания.** Это наглядно показали такие известные советские физики, как академики С. И. Вавилов, А. Ф. Иоффе, И. Е. Тамм, В. А. Фок.

В настоящее время содружество советских философов и естествоиспытателей ярко и наглядно проявляется в подготовке и публикации многих совместных трудов по философским проблемам естествознания. Видное место среди этих работ заняла завершенная в 1973 году серия книг «Диалектический материализм и современное естествознание». Результаты дальнейших исследований в области философских проблем естествознания предполагается обобщить в серии

книг «Материалистическая диалектика — логика и методология современного естествознания», где будет уделено особое внимание методологической, логической теоретико-познавательной проблематике научного поиска, вопросам становления новых научных концепций, методов, теорий, аспектам синтеза знания о природе, анализу оснований современного естествознания, структуре теоретического знания, изучению «стыковых» проблем естественных, технических и общественных наук. На этом пути нового подъема качества и эффективности исследований философских вопросов естествознания следует ожидать дальнейшего развития материалистической диалектики как логики и теории познания, новых успехов в исследовании фундаментальных проблем наук о природе, еще большего укрепления творческого союза философов-марксистов и естествоиспытателей, о котором с такой удивительной прозорливостью писал В. И. Ленин в 1922 году.

ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ АСТРОНОМИИ

Революция в физике, а также последующий бурный прогресс различных разделов этой науки произвели коренные изменения в изучении Вселенной, содействовали превращению астрономии в одну из авангардных областей современного естествознания. Новые импульсы для астрономических исследований создала современная научно-техническая революция. Стремительное развитие астрономии, сопровождаемое появлением принципиально новых средств и методов исследования, расширением и углублением системы знания о Вселенной, ее коренной перестройкой во многих существенных понятиях, привело к постановке целого комплекса теоретико-познавательных, методологических, мировоззренческих проблем.

Развитие астрономии уже в 20—30-е годы пришло в непримиримое противоречие с принципами и установками метафизического, механистического материализма. В условиях кризиса философских основ естествознания,

причины которого были проанализированы В. И. Лениным, за рубежом предпринимались многочисленные попытки истолковать достижения и проблемные ситуации астрономии с позиций субъективного и объективно-идеализма, а в ряде случаев — в откровенно теологическом духе. Однако в работах советских астрономов и философов было показано, что **лишь материалистическая диалектика способна сформулировать адекватные философские основания современных исследований Вселенной.** Обсуждение философских вопросов астрономии с позиций материалистической диалектики было направлено на разработку наиболее эффективных путей научного поиска, осмысление достижений и проблем астрономии, а также на критический анализ разного рода идеалистических и метафизических концепций.

Начиная со второй половины 50-х годов налаживается и все более крепнет сотрудничество астрономов и философов-марксистов в разработке философских проблем науки о Вселенной. Большое значение в этом отношении имели симпозиумы по проблеме бесконечности Вселенной (1965 г.) и философским проблемам современной астрономии (1972 г.), конференция по философским и методологическим проблемам космических исследований (1977 г.), а также опубликованные на основе работы этих симпозиумов коллективные труды: «Философские проблемы астрономии XX века» (М., «Наука», 1976) и «Астрономия — методология — мировоззрение» (М., «Наука», 1979).

Поскольку астрономия, как и физика, представляет собой одну из наук

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 18, с. 298.

** Там же, с. 181—182.

о природе, многие философские проблемы, возникшие в ходе развития астрономии, оказались аналогичными тем, которые были поставлены революцией в физике начала XX века. Но и эти проблемы имеют свою специфику, обусловленную прежде всего качественным своеобразием объектов, средств, методов и условий познания в астрономии. В отличие от физики, которая до недавнего времени была неэволюционной наукой, астрономия занимается изучением эволюционных процессов в космических масштабах вплоть до эволюции Вселенной как целого. Поэтому философские проблемы, стоящие перед астрономией, в ряде отношений сближаются с теми, которые решают геология и биология.

Происходящие в астрономии радикальные изменения, включая перестройку системы знания о Вселенной, со всей остротой поставили комплекс гносеологических проблем, в том числе проблемы субъекта и объекта, реальности, объективности знания. Примечательно, что традиционная философская проблема субъекта и объекта ставится в астрономии применительно к такому своеобразному объекту познания, как «Вселенная как целое» с объектом подобного рода не имеет дела ни одна другая наука. Поскольку астрономия изучает эволюционирующие объекты, понятие физической реальности в этой науке, применяемое к прошлому и будущему космических объектов, неизбежно приобретает несколько иной (по сравнению с физикой) смысл. Исходным пунктом решения подобных проблем стали разработки В. И. Лениным положения о диалектике объективной, относительной и абсолютной истины.

Особенности методологических проблем астрономии обусловлены своеобразием способов получения эмпирических и теоретических знаний о Вселенной. Появление в этой науке способов получения эмпирической информации, основанных на космическом эксперименте, иногда рассматривалось как свидетельство того, что астрономия, которая была раньше наукой наблюдательной, ныне стала экспериментальной. Но более обоснованной представляется иная точка

зрения: экспериментальные методы, чрезвычайно расширив возможности получения эмпирического знания в астрономии, пока не изменили ее по преимуществу наблюдательного характера. Следует, конечно, учитывать, что наука о Вселенной никогда не занималась лишь пассивным созерцанием своих объектов; астрономические наблюдения несут черты «квазиэкспериментальной» деятельности или «экспериментального наблюдения».

Познание Вселенной неизбежно включает гигантские по своим масштабам экстраполяции естественнонаучного знания, прежде всего, фундаментальных физических теорий, законов, понятий. Эти экстраполяции охватывают не только Галактику и окружающие ее объекты, но и неизмеримо удаленные от нас области Метагалактики, всю нашу расширяющуюся Вселенную — ее прошлое, настоящее и будущее. В этих условиях особенно важное значение приобрело высказывание В. И. Ленина: «...всеобщий принцип развития надо совместить с всеобщим принципом единства мира, природы, движения, материи etc» *. В астрономии эти принципы конкретизируются применительно к особенностям космических объектов и эволюционных процессов. Так, например, определенными модификациями принципа единства мира выступают принципы единства земной и космической физики, экстраполируемости физических законов, принципы однородности и единообразия в космологии, принципы взаимосвязи явлений микромира с астрофизическими и космологическими явлениями. Связь принципов развития и единства мира находит отражение в диалектической взаимообусловленности системно-структурного и эволюционного подходов к исследованию Вселенной, что открывает возможности познания генезиса космических систем различных уровней — от Вселенной как целого до элементарных частиц, последовательности их состояний, сменяющих друг друга в процессе

эволюции. Ленинская характеристика диалектической концепции развития * помогла крупным советским астрофизикам (академику В. А. Амбарцумяну и ряду других) понять действительную роль нестационарных объектов и процессов во Вселенной, выступающих, как правило, в качестве поворотных фаз эволюционных процессов, в которых накопление количественных изменений вызывает коренные качественные изменения.

Многие советские астрономы подчеркивали также плодотворную методологическую роль принципа неисчерпаемости материи, подтверждаемого, в частности, открытием во Вселенной множества разнообразных и во многих случаях неожиданных физических явлений.

Астрономия относится к числу наук, которые на протяжении всей своей истории ставили наиболее острые проблемы мировоззрения, отражающие различное понимание человеком своего места во Вселенной как сфере своего бытия, объекта практической и познавательной деятельности. Хорошо известно, например, какая острая борьба мировоззрений вспыхнула вокруг теории расширяющейся Вселенной. Многие религиозно настроенные астрономы (Дж. Джинс, Э. Милл и др.) и вслед за ними философы-идеалисты, теологи стали утверждать, что эта теория находится в полном согласии с догматом «сотворения мира» (в последние годы подобные «выводы» часто связываются с истолкованием природы сингулярного состояния в начальный момент расширения Вселенной). Известно также, что некоторые материалисты, не понимавшие диалектического характера процесса научного познания, пытались отвергнуть релятивистскую космологию как «противоречащую» материалистическому мировоззрению. Однако анализ проблем с позиций марксистско-ленинского мировоззрения показал, что релятивистская космология — важнейшая веха в научном познании мира. Начальный момент расширения Вселенной — это не абсо-

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, с. 229.

* В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 29, с. 317.

лютное «начало всего», а лишь самая ранняя фаза развития материи, которую наука способна исследовать имеющимися в настоящее время средствами. Креационистские (утверждающие «божественное творение» мира) спекуляции вокруг космологии лишены основания.

Разнообразные мировоззренческие аспекты содержит и разрабатываемое в последние годы комплексное направление исследований, цель которых — обнаружение внеземных цивилизаций и установление контакта с ними. Являются ли жизнь, разум, цивилизация на нашей планете чем-то исключительным, может быть, случайным или же это — закономерное следствие саморазвития материи? Что представляют собой внеземные цивилизации, если они существуют, каковы основные закономерности и временные границы их развития? Можно ли достигнуть взаимопонимания, если мы установим контакт с ними? Каковы возможные последствия контакта? Всем этим вопросам посвящено большое число интересных работ, в которых проблема внеземных цивилизаций рассматривается с позиций материалистической диалектики.

Между тем многие буржуазные философы утверждают, что современные достижения науки о Вселенной «мировоззренчески нейтральны». Об этом, в частности, говорилось в некоторых выступлениях на XVI Всемирном философском конгрессе (Дюссельдорф, 1978 г.). Подобное мнение в корне неверно, поскольку методы современной астрономии позволяют стремительно расширять возможности познания Вселенной. Так как сфера познанного в астрономии всегда ограничена, время от времени все же предпринимаются попытки превратить эти **практические** границы познанного, определяемые имеющимися в данный момент средствами, методами, условиями познания, в некие **принципиальные** «границы познания», то есть ставится мировоззренческий по своей сути вопрос о познавательных возможностях науки. Все подобные попытки оказываются совершенно несостоятельными: **исследования Вселенной демонстрируют**

безграничную силу науки и материалистической философии.

ФИЛОСОФСКИЕ ВОПРОСЫ ОСВОЕНИЯ КОСМОСА

Дальнейшее развитие завещанного В. И. Лениным союза диалектико-материалистической философии с естествознанием продолжается и в области разработки философских проблем освоения космоса. Этот союз прочно вступил на космическую магистраль своего развития, расширился за счет космических «продолжений» естественных наук. Проблема изучения и освоения внеземных пространств стала комплексной, общенаучной и в известном смысле глобальной проблемой.

В процессе освоения космоса происходит дальнейшее усиление взаимосвязи общественных, естественных и технических наук, их развитие в космическом ракурсе и вместе с тем все более тесное взаимодействие с философией. К обычному традиционно земному «каналу» их взаимодействия теперь добавился и космический, что ярко свидетельствует о новых возможностях и гранях развития союза философии и специальных наук. Философия диалектического материализма заинтересована в этом союзе — он дает ей возможность новых широких обобщений, но не меньшую потребность во взаимодействии с философией испытывает и сама космонавтика. Ведь занимаясь специальными проблемами, связанными с космосом и космонавтикой, науки должны соотносить свои проблемы с общим ходом научно-технического и общественного прогресса, руководствоваться теоретико-методологическими и философско-мировоззренческими положениями. Короче говоря, как подчеркивал В. И. Ленин, «кто берется за частные вопросы без предварительного решения общих, тот неминуемо будет на каждом шагу бессознательно для себя «натывать» на эти общие вопросы»^{*}.

Применительно к развитию космонавтики и космическим исследованиям

я — это вопросы о необходимости и причинах освоения космоса, о целях и перспективах развертывания космической деятельности людей, о влиянии космонавтики на науку, технику, культуру, социальный прогресс. На эти вопросы и претендует ответить новое направление исследований, которое получило название философских проблем освоения космоса.

Предмет философских вопросов освоения космоса — наиболее общие закономерности и характерные черты взаимодействия человечества и космоса, человека и Вселенной. Систематическая разработка философских и социологических проблем космонавтики развернулась в начале 60-х годов, после первых космических полетов. В настоящее время в Советском Союзе над этой проблемой трудятся не только многие философы, но и такие крупнейшие специалисты в области космических исследований, как академики В. П. Глушко, Б. Н. Петров, Р. З. Сагдеев, Л. И. Седов. На протяжении десяти лет действует специальная секция ежегодных Чтений К. Э. Циолковского в Калуге, получившая название «К. Э. Циолковский и философские проблемы освоения космоса».

В западной литературе высказаны две крайние точки зрения на космонавтику и ее социальные последствия. Согласно одной из них, известной как «астронавтический пессимизм», развитие космонавтики является своего рода техницистским отклонением от магистрального пути социального развития, далеким от насущных нужд современного человечества. Космофобия, «видение» проблем освоения космоса сквозь «призму» его отрицательных последствий и черт, призывает прекратить или существенно затормозить развитие космонавтики — такова сущность идеологии этого нового направления социального скептицизма, можно сказать, «космического скептицизма».

В противоположность этому «оптимисты от астронавтики» видят лишь те материальные и культурные блага, которые дает космонавтика, и полагают, что с помощью космических средств, минуя социальные факторы, можно разрешить все трудности со-

^{*} В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 15. с. 368.

циального и научно-технического развития общества. Вполне понятно, что усилия подобных философов направлены на пропаганду развития космонавтики, нередко даже в ущерб другим социальным нуждам людей или окружающей природе.

Истина, как это нередко бывает, лежит вне крайних концепций и находится в полном соответствии со взглядами К. Маркса и В. И. Ленина на развитие науки и техники, на путь социально-исторического прогресса.

В развитии космонавтики заинтересованы производство, техника, наука, человеческое общество в целом. Если бы не было фундаментальных, коренящихся прежде всего в социально-экономической области причин и факторов, космонавтика не стала бы интенсивно развиваться, оказывая влияние на многие сферы человеческой деятельности. Но прогресс космонавтики лишь в том случае будет свободным от отрицательных последствий и неэффективной траты средств и людских ресурсов, если он оптимально сочетается с традиционно земными направлениями деятельности и помогает решать насущные проблемы человечества. И, конечно, нельзя согласиться, например, с утверждением о том, что людям уже в ближайшее время необходимо строить космические корабли для массо-

вого переселения за пределы Земли! Космонавтика на современном этапе должна прежде всего способствовать улучшению жизни людей на Земле, интенсификации научно-технического и социального прогресса. При этом, конечно, достижения космонавтики необходимо использовать в мирных целях для блага всего человечества.

Космические интересы людей ныне как бы сфокусировались на Земле, на актуальных и фундаментальных вопросах прогресса человечества. Происходит дальнейшее формирование грандиозной системы Человечество — Земля — Вселенная, активным и системообразующим фактором которой выступает человек, человечество. Эта тенденция, которую можно образно назвать концепцией «социогеокосмизма», противостоит как традиционной концепции антропо- и геоцентризма (на которой базируются идеи космофобии), так и модернистской концепции наивного, прямолинейного космизма, сводящего все интересы людей к неустойчивому устремлению за пределы Земли.

Космическая эра воочию продемонстрировала, какие огромные потенциальные возможности имеет социалистическая организация общества, создаваемого на основе идей К. Маркса и В. И. Ленина, ведь именно первое социалистическое государство откры-

ло дорогу в космос и продолжает его уверенно осваивать в содружестве с другими социалистическими странами. Освоение космоса, осуществляемое в мирных целях, способствует решению главных задач коммунистического строительства, содействует общему социальному прогрессу.

* * *

Философские идеи В. И. Ленина, сформулированные в первой четверти XX века, не только не «устарели» (как пытались утверждать некоторые противники марксизма), но, напротив, становятся все более актуальными в решении общих философских и социальных проблем, поставленных в ходе стремительного развертывания научной, а затем и научно-технической революции наших дней.



Новые книги

«ЭКСКУРСИЯ В ЗВЕЗДНЫЙ»

О создании Звездного, об отборе космонавтов из числа военных летчиков-истребителей, о первом полете в космос человека, о международных экипажах рассказывает новая книга «Экспедиция в Звездный», вышедшая в 1979 году в издательстве «Молодая гвардия» под редакцией летчика-космонавта СССР, дважды Героя Советского Союза, генерал-лейтенанта авиации В. А. Шаталова. Новый сборник, адресованный всем, кто интересуется освоением космоса, —

своеобразное приглашение совершить заочную экскурсию по Звездному городку.

Первый раздел книги, «Звездный — Центр подготовки космонавтов», знакомит читателя с подготовкой космонавтов к полету: общей и специальной, технической и медико-биологической, летной и парашютной. Ведь подготовка к полету — это, прежде всего, напряженная трудоемкая работа на Земле.

«Здесь живут космонавты» — второй раздел книги, рассказывающий о Звездном, в котором космонавты живут, трудятся, учатся и отдыхают. Свободное от работы время Алексей Архипович Леонов посвящает рисованию. Лев Степанович Демин — радиолобитель, а Юрий Петрович Артюхин — автолюбитель.

Почти все космонавты — охотники.

Гостей в Звездном всегда много. Не пустеют комнаты музея космонавтики. В Звездном были руководители КПСС и Советского правительства, представители советских государственных и общественных организаций, руководители коммунистических и рабочих партий социалистических, развивающихся и капиталистических стран, главы правительств многих государств. Гостям Звездного, побывавшим в городке и его музее, посвящен третий раздел сборника.

Заканчивается книга разделом «Они штурмовали космос», где помещены фотографии покорителей космоса. В конце книги читатель найдет и летопись советских пилотируемых полетов.

Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР
кандидат технических наук
Е. В. ХРУНОВ



Один на один с космосом

(к 15-летию выхода человека в открытое космическое пространство)

Идея выхода из космического корабля в космос и его необходимость впервые были высказаны К. Э. Циолковским в его повести «Вне Земли», где он описал даже технику выхода и эмоции человека: «Когда открыли наружную дверь и я увидел себя у порога ракеты, я обмер и сделал судорожное движение, которое и вытолкнуло меня из ракеты. Уж, кажется, привык я висеть без опоры между стенками этой каюты, но когда я увидел, что подо мною бездна, что нигде кругом нет опоры, со мною сделалось дурно и я опомнился только тогда, когда вся цепочка уже размоталась и я находился в километре от ракеты». «Летая в космос, нельзя не выходить в космос, как, находясь в океане, нельзя не уметь плавать», — говорил более пятнадцати лет назад академик С. П. Королев. В марте 1964 года, всего через три года после полета Ю. А. Гагарина, задача выхода человека в космос была неожиданной и очень смелой.

ЗАЧЕМ ВЫХОДИТЬ В КОСМОС?

Для чего же нужен выход космонавта из корабля в открытое космическое пространство? Перечислим некоторые цели: профилактический осмотр и текущий ремонт, замена оборудования на внешней поверхности станции, техническое и эксплуатационное обслуживание беспилотных спутников. В настоящее время в близком космосе летают тысячи спутников. В будущем появятся спутники-маяки, спутники-информаторы, спутники-танкеры. Их нужно будет ремонтировать, заменять на них аппаратуру, снимать накопленную информацию.

18 марта 1965 года дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР А. А. Леонов впервые в мире находился в открытом космосе вне корабля 12 минут. По пути, проложенному им, прошли многие космонавты.

Все это может сделать космонавт, выйдя из корабля в открытый космос. Тяжелые орбитальные станции будущего, станции-лаборатории и станции-полигоны межпланетных кораблей будут выводиться на орбиты отдельными блоками и собираться уже в космосе. Это еще одна задача, выполнение которой потребует работы человека в открытом космосе. Нельзя забывать и о научно-технических экспериментах, испытаниях отдельных узлов, систем в открытом космосе.

А если на корабле произойдет авария? Тогда выход космонавта в открытый космос или переход из корабля в корабль необходимы для оказания помощи экипажу корабля, терпящего бедствие.

Можно было бы рассказать и о других ответственных и сложных задачах, которые требуют выхода космонавта из корабля в полете. Однако даже перечисленное выше давало основание утверждать, что работа космонавта в открытом космосе — важная и необходимая операция, без нее невозможно представить дальнейшее развитие космических исследований, освоение дальнего космоса и планет. Поэтому усилия ученых, конструкторов, космонавтов после первых полетов человека в космос были направ-

лены на решение проблем, связанных с выходом человека в открытое космическое пространство, передвижением и работой вне корабля.

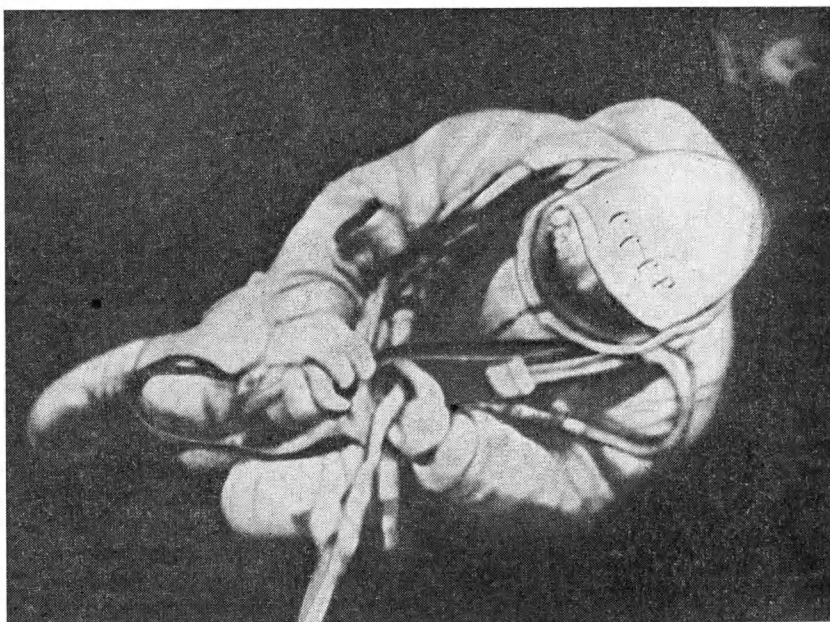
ПЕРВЫЙ ВЫХОД

В 1964 году была сформирована группа космонавтов, в которую вошли П. И. Беляев, В. В. Горбатко, А. А. Леонов и Е. В. Хрунов. Нам предстояла сложная подготовка. На самолете Ту-104 установили макет корабля со шлюзовой камерой, на котором поэтапно отрабатывался весь процесс выхода в космос — отход от корабля и вход в корабль. Эта работа требовала очень много труда и времени. Ведь состояние невесомости на самолете за одну «горку» длится 24—25 секунд, а весь эксперимент занимал более двух часов. Казалось бы, что можно сделать за 25 секунд? И все-таки мы успевали сделать многое. Конечно, не весь непрерывный процесс отрабатывался на самолете, а лишь наиболее трудные и жизненно важные операции. Например: выход из корабля в шлюзовую камеру, выход из шлюзовой камеры в открытый космос и наиболее ответственный этап — отход от корабля и свободное плавание в космосе. Это был очень трудный момент, так как космонавт, свободно паря в пространстве, не имел средств ориентации и стабилизации своего тела и был соединен с кораблем только страховочным фалом. Не исключалась вероятность того, что после отхода от шлюзовой камеры космонавт начнет вращаться и фал запутается. Требовалась осторожность. Сильно натянутый фал мог создать большую скорость прибли-

жения к кораблю и космонавт ударился бы о корабль. Поэтому в процессе тренировок на самолете мы тщательно отработывали данную операцию, стремились оттолкнуться так, чтобы тело не начинало вращаться. Командир учился оказывать помощь космонавту, свободно плавающему в открытом космосе и потерявшему работоспособность. Это тоже очень трудная операция. Командир, находясь в шлюзовой камере, должен втащить второго пилота, потерявшего сознание, в шлюзовую камеру, закрыть люк шлюзовой камеры, занять свое место в корабле, рядом уложить второго пилота и, наконец, закрыть и загерметизировать выходной люк корабля. Во время тренировок пот заливал глаза, тело становилось мокрым, потому что перед невесомостью и после нее создавалась перегрузка около двух единиц, да и работа в невесомости нелегкая. А мы были одеты в скафандры, с ранцем на спине. Не раз мы с высоты 2—2,5 м (в салоне самолета) после окончания невесомости падали вниз. Конечно, наши тренеры делали все, чтобы максимально облегчить нашу работу.

Отрабатывался также вход в корабль из негерметичной шлюзовой камеры, то есть вход в корабль из шлюзовой камеры в наддутом скафандре. Много других аварийных ситуаций отрабатывалось на тренировках. В барокамере, где была размещена кабина корабля со шлюзовой камерой, отрабатывалось шлюзование в вакууме. Мы тренировались в условиях, максимально приближенных к условиям космического полета. К сожалению, на Земле невозможно создать одновременно все факторы космического полета. Невесомость имитировалась на самолете, вакуум — в барокамере, перегрузка — на центрифуге, вибрация — на вибростенде, а в полете — выше перечисленные факторы воздействуют в комплексе. Большое внимание уделялось физической подготовке и, конечно, изучению конструкции корабля, его систем, инструкций по управлению и эксплуатации.

Наступило утро 18 марта 1965 года. Пасмурный, дождливый день. На улице как-то неуютно. Но труженики



космодрома, казалось, не замечали всего этого. Каждый был занят своим делом. Основной и дублирующий экипажи надели скафандры и поехали на стартовую площадку к ракете. Пожелав основному экипажу успеха, поехали на пункт связи. Наконец, последовала команда «Пуск». Буквально через 10—15 секунд ракета скрылась за облаками. Корабль вышел на орбиту, а экипаж начал подготовку к выходу. Нужно было надеть ранец, открыть люк корабля в шлюзовую камеру, перейти в нее и закрыть люк. Сравить давление воздуха из шлюзовой камеры, **впервые** открыть люк и выйти в открытый космос. Мы с нетерпением ждем.

П. И. Беляев — командир корабля «Восход-2» — докладывает взволнованным голосом: «Человек вышел в открытое космическое пространство». Все замерли у экрана телевизора, на котором медленно появляется корабль со шлюзовой камерой, а на обресе ее люка уже в открытом космосе находится А. А. Леонов в космических доспехах. Он остановился у

люка. Вот сейчас надо отходить. Плавно, очень плавно А. А. Леонов отталкивается от люка и свободно плавает в открытом космосе...

В зале много людей, но очень тихо. Все напряженно смотрят на экран. Никаких внешних проявлений эмоций. Это понятно. Все рады, что человек вышел в космос, но надо еще вернуться в корабль! Впереди у экипажа еще много трудной и сложной работы, требующей максимального напряжения физических и духовных сил. Корабль ушел из зоны радиовидимости. Надо сказать, что сейчас имеется практически непрерывная радиосвязь с экипажем корабля, а тогда все напряженно ждали очередного сеанса радиосвязи на следующем витке. Почти через полтора часа П. И. Беляев выходит на связь и, не скрывая радости, докладывает, что А. А. Леонов находится рядом с ним и выходной люк корабля закрыт.

Задача выхода человека в космос была решена. Но этого явно недостаточно. Важно выяснить, а что он там может делать? Какое время человек сумеет работать в открытом космосе? В конструкторских бюро продолжалась работа. Был создан корабль «Союз» уже с двумя жилыми отсеками, которые могли герметично отделяться друг от друга. И мы снова приступили к подготовке.

Выход дважды Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР А. А. Леонова в открытый космос



РАБОТА В КОСМОСЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ

Если на корабле «Восход-2» космонавты взлетали уже одетые в ска-

■
Скафандр новой конструкции полужесткого типа

Фото А. Пушкарева



фандры, то экипаж корабля «Союз» надевал спортивный костюм, а скафандры для выхода в космос везли с собой плотно уложенными в упаковке. Нужно было надеть скафандры после взлета, в состоянии невесомости. Опять впервые.

Вместе с А. С. Елисеевым и нашими дублерами В. В. Горбатко и В. Н. Кубасовым мы многократно с большой тщательностью отработывали об-

лачение в скафандры в макете корабля. Если А. А. Леонов после выхода в космос возвратился в тот же корабль, из которого вышел, то в предстоящем полете необходимо было

■
В. В. Коваленок опускается под воду для тренировки в гидроневесомости

Фото А. Пушкарева

выйти из корабля, перейти по поручням, установленным на внешней стороне, на другой корабль, жестко состыкованный с первым, и совершить приземление на этом корабле с другим командиром.

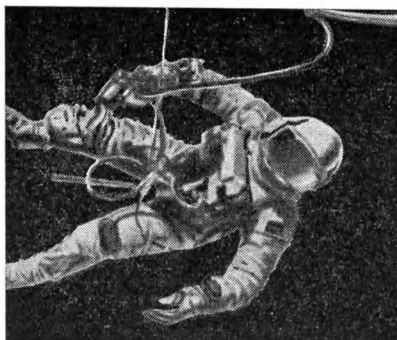
В январе 1969 года на кораблях «Союз-4» и «Союз-5» был выполнен полет, в котором впервые осуществили стыковку двух пилотируемых кораблей, а затем выход в космос и переход из одного корабля в другой двух космонавтов — А. С. Елисеева и Е. В. Хрунова.

Командиром корабля «Союз-4» был В. А. Шаталов, «Союз-5» — Б. В. Волинов. Практически тогда была создана первая экспериментальная орбитальная станция.

В этом полете для будущих орбитальных станций решались следующие основные задачи: стыковка транспортного корабля со станцией для доставки и смены экипажа, научного оборудования, топлива, оказания в случае необходимости помощи экипажу станции или его эвакуации через открытый космос, отработка средств жизнедеятельности человека в открытом космосе.

Прошло время. На орбите искусственного спутника Земли начали работать долговременные орбитальные станции. Меняются экипажи, доставляются различные научное оборудование, вода, продукты питания, кислород, топливо. В процессе работы на станции «Салют-6» трижды выходили космонавты в открытый космос. Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко 20 декабря 1977 года работали почти полтора часа в открытом космосе в скафандрах новой конструкции полужесткого типа. Им нужно было определить работоспособность стыковочного узла. Без выхода человека в открытый космос нельзя было бы сделать такую оценку, а следовательно, пришлось бы посылать транспортный корабль наугад или сокращать срок эксплуатации станции.

Выход в космос позволил решить этот вопрос однозначно — стыковочный узел исправен. В результате выполнены сотни научно-технических и медико-биологических экспериментов, сделаны десятки тысяч фотоснимков земной поверхности, проведено бо-



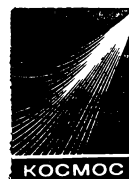
лее ста технологических экспериментов по получению новых материалов.

В. В. Коваленок и А. С. Иванченков выходили в космос 29 июля 1978 года для демонтажа различных приборов, установленных на внешней стороне станции «Салют-6». В открытом космосе они работали около двух часов.

Около полутора часов длился 15 августа 1979 года выход в открытый космос участников следующей экспедиции на станцию «Салют-6» — В. А. Ляхова и В. В. Рюмина.

В программе пилотируемых полетов США в открытом космосе испытывались системы, агрегаты, обеспечивающие жизнедеятельности космонавта, системы жизнедеятельности и скафандр для работ на поверхности Луны, обслуживалась научная аппаратура на внешней поверхности корабля, а также велись ремонтные работы.

Во время полета корабля «Джемини-4» с астронавтами Дж. Макдивитом и Э. Уайтом в июне 1965 года (через 2,5 месяца после выхода А. А. Леонова) был совершен первый выход в космос американского астронавта Э. Уайта, хотя в соответствии с первоначальным планом он должен был лишь открыть люк и стать на сиденье кресла. Однако успешный выход в открытый космос А. А. Леонова позволил американским специалистам отказаться от предварительных экспериментов. Э. Уайт покинул



корабль на 7,6-метровом фале и в течение трех минут с помощью реактивного устройства маневрировал в открытом космосе. В июне 1966 года Ю. Сернан («Джемини-9») провел испытание в открытом космосе установки по перемещению космонавта.

Осуществлялись выходы в открытый космос и в процессе полетов кораблей «Джемини-10, -11, -12» (М. Коллинз, Р. Гордон, Э. Олдрин).

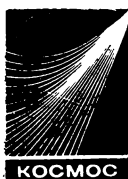
Когда под угрозой срыва в 1973 году оказалась программа «Скайлэб», в открытый космос для устранения неполадок выходили Ч. Конрад, Дж. Лусма, О. Гэрриот. О трудностях, с которыми человек сталкивается при выходе в открытый космос, задачах, которые ему приходится там решать, и средствах обеспечения его деятельности можно говорить много. Если читателя заинтересует эта проблема, мне хочется порекомендовать ему книгу «На орбите вне корабля», выпущенную издательством «Знание» в 1977 году и написанную летчиком-космонавтом СССР Ю. Н. Глазковым, доктором медицинских наук Л. С. Хачатурьянцем и автором этой статьи.

Накопленный в СССР и США опыт работы человека в открытом космосе позволяет утверждать, что в будущих космических полетах значительную часть составят работы вне корабля.

Сегодня, в канун 15-летия первого выхода человека в открытый космос, мы отчетливо понимаем, что этот первый выход так же, как и первый полет в космос Ю. А. Гагарина, положил начало огромной и очень полезной работе в космосе.

Выход в космос американского астронавта Э. Уайта

Дважды Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР
П. И. КЛИМУК



Космические долгожители

ВОЗВРАЩЕНИЕ

...19 августа 1979 года — воскресенье, День Воздушного Флота СССР — традиционный праздник советского народа. Ясный, солнечный день щедро наполняет теплотой и радостью тех, кто причастен к успехам советской авиации. Звездный в этот день жил трепетными минутами ожидания. Он ждал возвращения самых дорогих своих людей, тружеников многодневного космического странствия. Ежедневно, вот уже около полугодя, с ними приходилось встречаться только на экранах телевизоров и разговаривать только по радио.

Вспоминался и более чем шестимесячной давности момент расставания. В очень морозный февральский день Звездный провожал Володю и Валерия. Провожал в далекий путь на задание, равное которому до сих пор еще никто не выполнял. Владимир Ляхов и Валерий Рюмин улетали с подмосковного аэродрома на работу — на работу в космос. Удаляющийся самолет оставил глубокий след в памяти каждого из нас. Радость сливалась с грустью. Радость — за наших людей, технику, науку; грусть — из-за длительной разлуки с друзьями. Через несколько дней мощная ракета вынесла их в космическое пространство, на орбиту, и они начали жить и работать в искусственном спутнике Земли, сделанном руками человека.

В этих необычных условиях Владимир и Валерий трудились для всех нас — землян. Мы же наблюдали за ними и восхищались их силой воли, настойчивостью и героизмом. В телевизионных сеансах, которые передавались с Земли на борт, мы стреми-

175 героических суток провели в космосе В. А. Ляхов и В. В. Рюмин. Об успешном завершении и задачах полета, работе космонавтов на орбите и их вкладе в развитие космонавтики рассказывается в этой статье.

лись показать самое дорогое и близкое для наших космических долгожителей. Они встречались с уголками родной природы, друзьями и родственниками, любимыми артистами, знатыми людьми нашей Родины. Каждый день в радиосеансах им передавали основные события, которые происходили в нашей стране и за рубежом. Космонавты были вдали от Земли, но жили мыслями и заботами землян. А их маленький коллектив был на виду у людей всего мира. Кстати, для этого пришлось потрудиться в первую очередь самому экипажу. В. А. Ляхов и В. В. Рюмин смонтировали привезенную аппаратуру для приема телевизионных изображений с Земли. Такой эксперимент был выполнен впервые в истории космонавтики.

С экипажем вели связь космонавты и специалисты, которые имели огромный опыт руководства полетами. Руководил полетом космонавт, который сам три раза летал в космос, — дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР А. С. Елисеев.

19 августа в подмосковном Центре управления полетом шла напряженная работа. Алексей Станиславович и оперативная группа были на своих

рабочих местах. Ученые, конструкторы, космонавты — все жили волнующими минутами завершения полета.

На экране большого зала Центра управления полетом — громадная карта мира, на которой изображена траектория орбиты. По орбите перемещаются (в виде двух точек) станция «Салют-6» и транспортный корабль «Союз-34». Мы видим эти точки, движущимися рядом (прошло всего около часа после расстыковки). Но вот наступает время, уже высвеченное на электронном табло, указывающее момент включения маршевого двигателя. Все-го лишь три минуты отработает двигатель транспортного корабля и точки начнут расходиться. Та, которая будет опережать, — это изображение корабля «Союз-34»... Да, четкая работа двигателя — это необходимое условие быстрого возвращения на Землю. Как долго тянутся минуты. Волнение усиливается. А вот и кульминация — момент включения двигательной установки! Все затаили дыхание. Ждем информации. Бегут секунды, тревожная тишина, но тут же ее нарушает спокойный и четкий голос оператора: «По данным телеметрии двигатель включился в заданное время». Каждый с облегчением выдохнул. Теперь необходимо убедиться в четкой работе двигателя и отработке заданного тормозного импульса. Вначале эту информацию узнаем тоже по телеметрическому каналу, а затем при выходе в зону радиосвязи доложит экипаж. Слышен голос «Протона»: «Заря, я «Протон», двигатель включился в заданное время, отработал необходимый импульс... Замечаний по работе нет, ориентация на торможе-



ние». «Спасибо»,— отвечает Земля. С этого момента около 30 минут отделяют экипаж от встречи с гостеприимным Казахстаном — космической гаванью, но это очень напряженные минуты. Волнений и переживаний еще хватит и экипажу и Земле.

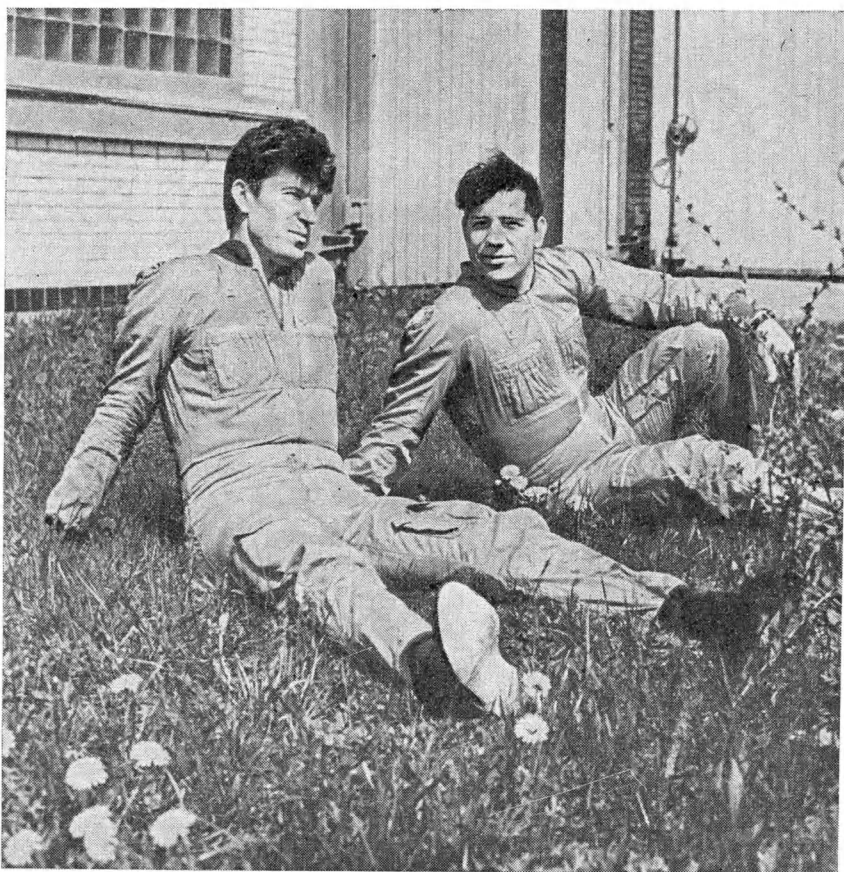
После разделения отсеков спускаемый аппарат входит в плотные слои атмосферы. Такое впечатление, что экипаж летит в огненном шаре. Временно прекращается радиосвязь. Температура на внешней поверхности спускаемого аппарата увеличивается до нескольких тысяч градусов Цельсия. Но космонавты этого не чувствуют. Внутри кабины обычные земные условия. Воспринимаются только пе-

регрузки. К сожалению, избавиться от них невозможно, ибо спускаемый аппарат тормозится с большим ускорением. На сей раз Володе и Валерию перегрузки показались значительными. Тяжело дышать, трудно разговаривать. После уменьшения перегрузок начинается небольшая тряска, Володя и Валерий сравнили ее с ездой по дороге, вымощенной булыжником.

■
В. В. Рюмин и В. А. Ляхов готовятся к полету в макете орбитальной станции «Салют-6»

Высота чуть более девяти километров. Наступившая тишина нарушается легким хлопком, за которым следует довольно энергичный рывок. «Есть отстрел крышки парашютного контейнера и ввод основного парашюта»,— докладывает экипаж. Спуск на парашюте воспринимается как плавные раскачивания из стороны в сторону. Сами же космонавты располагаются в плотно подогнанных по фигуре ложементах, в креслах с амортизационным устройством.

Спускаясь на разноцветном (1000 м²) парашюте, В. А. Ляхов и В. В. Рюмин непрерывно держат связь с самолетами и вертолетами поисково-спасательного комплекса, которые их об-



наружили сразу же после ввода основного парашюта. По тембру их голосов кажется, что ничего не происходит. Мы же, находящиеся на Земле, думаем только об одном: как они будут себя чувствовать после приземления?

И вот спускаемый аппарат с экипажем у поверхности Земли. Взвивается клуб дыма вместе с пылью. Сработали двигатели мягкой посадки. Еще мгновение — и парашют медленно падает на Землю. «Есть отстрел одной из стренг парашюта», — докладывает экипаж. Еще мгновение — и вновь доклад: «Самочувствие хорошее, ждем группу поиска».

Земля крепко взяла их в свои «объятия». Им кажется, что они никогда не избавятся от увеличенной тяжести. Руки и ноги непослушны, пересыхает во рту, тяжело говорить, кружится голова, подташнивает. Хочется только одного — покоя. А тут — люди, поздравления, букеты прекрасных полевых цветов. Экипаж попал в верные руки друзей, однако сейчас ему надо отдохнуть.

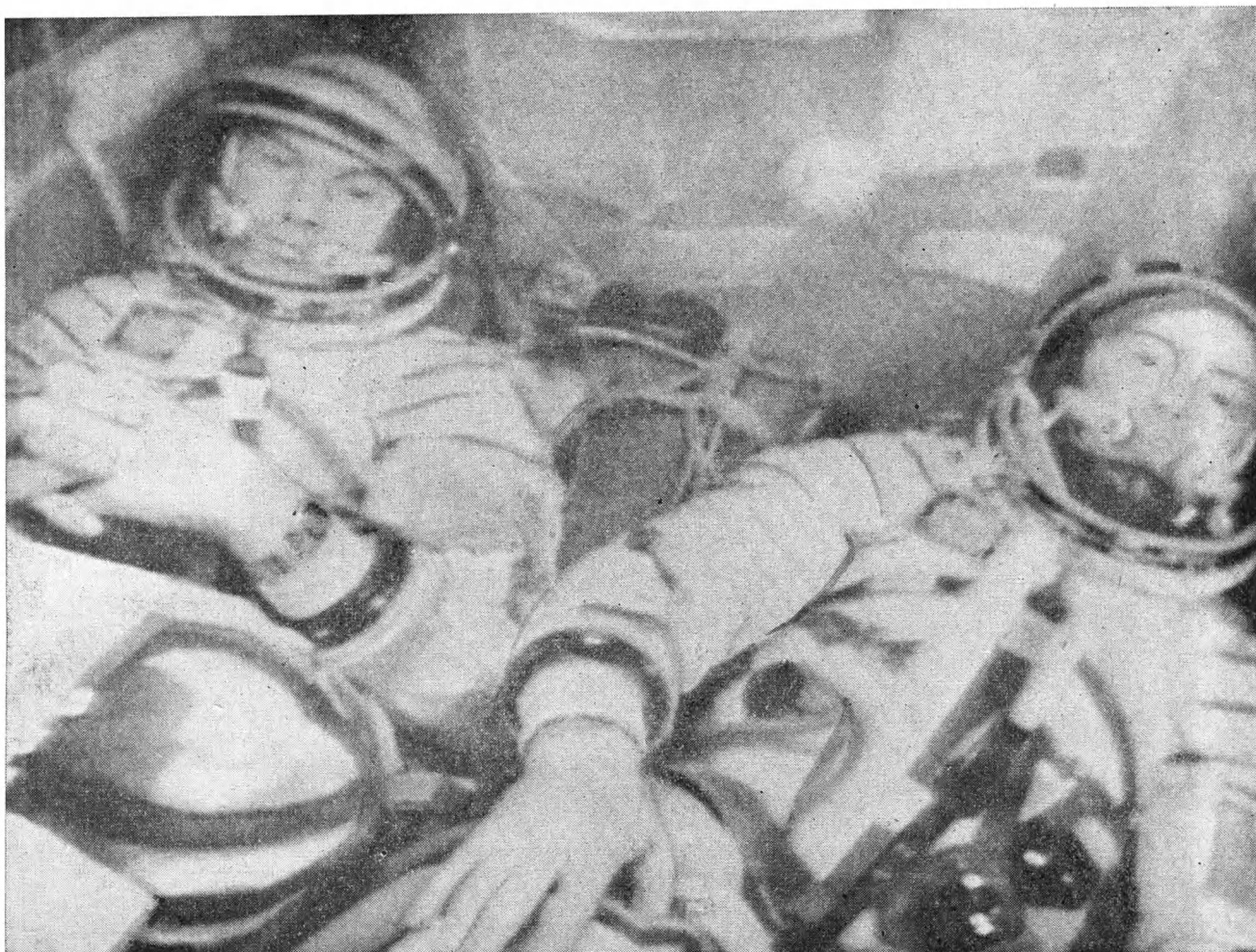
Как будто все позади, но перед космонавтами стоят очередные задачи. В период привыкания к земным условиям, во время реадaptации, необходимо выполнять уже земные медицинские исследования. Они очень нужны нашей медицине, без них не обойтись в будущих космических полетах. Восемнадцать дней Володе и Валерию придется трудиться в Байконуре, прежде чем они возвратятся в Звездный городок. Встречать их будут на том же аэродроме, с которого они улетали в февральское утро.

...Подмосковный аэродром, 12 часов дня. Снова ясный солнечный день. Космонавты, спустившись по трапу, направляются к председателю Государственной комиссии. Четкий доклад, первые рукопожатия и поздрав-

В минуты короткого отдыха между тренировками

В. А. Ляхов и В. В. Рюмин у небольшого макета орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз» — «Прогресс»





ления. Затем в Звездном отважный экипаж отдает дань уважения первопроходцу космоса Ю. А. Гагарину. Здесь же, у Дома космонавтов, традиционный митинг, посвященный новому выдающемуся успеху советской космонавтики и встрече экипажа «Союза-34».

В. А. Ляхов и В. В. Рюмин докладывают о выполнении программы полета. В этот же день экипаж сделал небольшой экспресс-отчет.

РАБОТА НА ОРБИТЕ

Начнем с того, что станция «Салют-6» — это уникальная лаборатория, которая должна обеспечить космонавтов всем необходимым — кислородом, водой, пищей. В ней нужно

поддерживать определенные температуру и влажность. Рабочие места должны быть хорошо оборудованными и удобными. К моменту появления на станции В. А. Ляхова и В. В. Рюмина станция находилась на орбите полтора года (запущена 29 сентября 1977 года). Полтора года многие агрегаты работали без остановки и естественно, что некоторые могли выйти из строя. Отсюда вытекала одна из задач полета — ремонтно-восста-

новительные работы. В. А. Ляхов и В. В. Рюмин демонтировали старую электронагревательную печь «Кристалл», а на ее место поставили усовершенствованную установку «Кристалл», на пульте управления станции укрепили новое командно-сигнальное устройство и бортовые часы. Для восстановления параметров системы электропитания подключили дополнительный блок химических батарей, а в рабочем отсеке разместили дополнительные чувствительные датчики системы «Сигнал», предназначенные для повышения безопасности экипажей станции.

В ходе длительного полета В. А. Ляхов и В. В. Рюмин приняли три грузовых транспортных корабля «Прогресс-5, -6, -7» и беспилотный корабль

■
В. В. Рюмин и В. А. Ляхов на борту космического корабля «Союз-32». Снимок принят по телекосмической связи

Фотохроника ТАСС



«Союз-34», которые доставили на станцию топливо, оборудование, аппаратуру, материалы, необходимые для обеспечения жизнедеятельности космонавтов и проведения научных исследований и экспериментов. По программе космического материало-ведения на борту орбитального комплекса выполнено свыше 50 экспериментов. В невесомости получены антимонид индия и монокристалл германия, монокристалл арсенида индия, монокристалл сульфида кадмия. В совместном советско-болгарском эксперименте «Пирин» исследовалась возможность получения в условиях невесомости пенометаллов с малым удельным весом и сравнительно высокими механическими характеристиками. Изучалась диффузия в жидких металлах в условиях невесомости.

В условиях космического вакуума и невесомости успешно проведены эксперименты по нанесению металлических покрытий методом испарения и последующей конденсации. В соответствии с программой сотрудничества между СССР и Францией экипаж выполнил ряд технических экспериментов с материалами, представленными французской стороной. Изучались процессы диффузии при плавлении и последующем охлаждении металлических соединений: олово — свинец и алюминий — медь, проводились эксперименты с целью получения в условиях микрогравитации монокристалла окиси ванадия.

Важная часть программы полета — технические эксперименты по отработке новых систем и приборов, которые найдут применение в будущих орбитальных станциях и космических кораблях.

На борту станции продолжались исследования по изучению развития биологических объектов в условиях невесомости и искусственной гравитации. Часть растений, которые выращивали на борту «Салюта-6», — петрушку, лук, укроп космонавты употребляли в пищу. Экипаж регулярно проводил визуальные наблюдения и фотографировал земную поверхность. Так, например, по заданию Гидрометеоцентра СССР Володя и Валерий проводили визуальные наблюдения и фотографировали различные атмосферные образования и морские течения.

Конечно, не была забыта и астрономия. С помощью бортового субмиллиметрового телескопа БСТ-1М измеряли излучение звезд в ультрафиолетовом диапазоне для определения их относительной яркости. Чтобы определить параметры озонового слоя земной атмосферы, измерялось ультрафиолетовое излучение β Центавра во время захода ее за горизонт Земли. Работая с гамма-телескопом «Елена-Ф», космонавты измеряли вторичные гамма-кванты и электроны, возникающие в элементах орбитального комплекса и в атмосфере Земли. Впервые на орбите экипаж смонтировал доставленный на станцию кораблем «Прогресс-7» космический радиотелескоп КРТ-10, с помощью которого проводилось радиокартографирование Млечного Пути, отдельных районов поверхности Земли и акватории Мирового океана, радиоастрономические наблюдения пульсара, геофизические эксперименты.

И еще с одной очень важной работой, которая не была запланирована, Владимир и Валерий справились успешно. Это было за несколько суток до посадки. Экипаж готовился к возвращению на Землю. Мыслили, что они были уже дома. Однако произошло неожиданное. При отделении от станции антенна радиотелескопа КРТ-10 зацепилась за стыковочную мишень. Космонавты понимали сложность возникшей ситуации. Антенна КРТ-10 диаметром 10 м не только не давала возможности стыковаться грузовым транспортным кораблям с «Салютом-6», но и могла затенять целый

ряд оптических датчиков, а это отрицательно повлияло бы на полет станции в автономном, автоматическом режиме. Практически дальнейшее использование станции становилось невозможным. «Мы отведем антенну от станции», — предложил экипаж. Земля поддержала космонавтов. Как все волновались в этот момент. Это ключительный этап полета. Экипаж устал — столько дней в невесомости. А тут выход в открытый космос и серьезная работа.

Специалисты, находящиеся на Земле, вместе с космонавтами по телевизионному каналу связи отработывали необходимые действия. Много было неясно, особенно, как будет себя вести антенна при отделении. Наконец, все позади. Валерий Рюмин перерезал тросики, которыми зацепилась антенна КРТ-10. Антенна плавно отошла от станции. Еще одна удача.

ГЛАВНЫЙ ИТОГ ПОЛЕТА

Основная особенность данного полета — рекордная продолжительность пребывания человека в невесомости. Перед экипажем стояла задача научиться длительное время жить и работать в космосе так, чтобы возвратиться на Землю здоровыми, в хорошей форме. Космонавты знают: вышел на орбиту — работай, но сразу начинать готовиться к посадке, к встрече с земным тяготением. Арсенал средств, использовавшихся космонавтами в полете для профилактики неблагоприятного действия невесомости, был таким же, как и во время предыдущих полетов на станцию «Салют-6».

350 часов физических упражнений — цена, которую пришлось заплатить за то, чтобы возвращение к земной тяжести произошло без серьезных осложнений для организма человека. Это означало ежедневные двухчасовые занятия на велоэргометре (они «вырабатывали» по 40—50 тыс. кгм), бегущей дорожке (пробежали в хорошем темпе 4—5 км), к этому следует добавить силовые упражнения с эспандером до 30 минут, постоянное, кроме времени, отпущенного для сна, ношение специальных



нагрузочных костюмов «Пингвин», регулярные тренировки с использованием вакуумной емкости «Чибис».

Космонавты ежедневно сообщали результаты самонаблюдений, периодически — данные о проведенных ими медицинских и физиологических исследованиях и, кроме того, не реже одного раза за десять дней проводились «дни медицинских исследований» с передачей на Землю телеметрической информации.

Начальная стадия адаптации к условиям космического полета, в частности невесомости, протекала срав-

нительно легко и не доставила космонавтам сколько-нибудь серьезных неудобств. Уже на третий день они приступили к выполнению физических упражнений на тренажерах, а это — хороший показатель адаптивных способностей организма. На протяжении всего длительного полета космонавтам удалось сохранить нормальное

■ *Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнев вручил в Кремле героям космоса высокие награды Советского Союза*

Фотохроника ТАСС

самочувствие и бодрое настроение. Вместе с тем, совершенно четко регистрировалось уменьшение объема нижних конечностей, особенно голени (примерно на 20%), что обусловлено типичным и пока неустраняемым действием невесомости. У командира корабля В. А. Ляхова отмечалось уменьшение веса примерно на 4,5 кг (заметим, что к этому Володя стремился еще на Земле).

Ни заболеваний, ни чувства недомогания в полете у экипажа не возникало. Экипаж доказал, что человек может долго и успешно выполнять



**Дважды Герой Советского Союза
летчик-космонавт СССР**

А. В. ФИЛИПЧЕНКО

**Профессор
Л. М. ВОРОБЬЕВ**

**Кандидат технических наук
Н. Ф. РОМАНТЕЕВ**

Навигация на Луне

сложную работу в космосе, сохраняя хорошее состояние здоровья. Этот результат стал возможен благодаря очень серьезному и глубокому пониманию космонавтами особенностей жизни и работы в этих необычных условиях. В. А. Ляхов и В. В. Рюмин настойчиво и упорно стремились поддерживать установленный распорядок дня, уделяли необходимое внимание правильной организации отдыха, тщательному проведению медицинских профилактических процедур. По мнению академика О. Г. Газенко, экипажу удалось приблизиться к оптимальному объему физических нагрузок и надлежащим пропорциям различных упражнений, необходимых для эффективной физиологической стабилизации.

Самый продолжительный в истории космонавтики полет орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз» — новый важный шаг на пути дальнейшего совершенствования долговременных пилотируемых научных станций. А успешное выполнение программы работ третьей длительной экспедиции на станции «Салют-6» — результат четкой и слаженной работы многих научных, конструкторских и производственных коллективов, экипажа станции.

При вручении правительственных наград В. А. Ляхову и В. В. Рюмину Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнев сказал: «Этот полет — не просто рекорд продолжительности и не просто большая научная работа. Это в полном смысле слова героический подвиг — научный и человеческий».

Навигация помогает определить координаты, рассчитать направление и параметры перемещения подвижных аппаратов на Луне или летающих над ней.

Один из выдающихся результатов научно-технической революции наших дней — начало непосредственного исследования Луны аппаратами, оснащенными научными приборами и доставляемыми с Земли на ее поверхность. Такие аппараты с орбиты спутника Луны должны посылаться в заданные точки лунной поверхности. После прилунения требуется определить их точное положение — селенографические координаты, рассчитать направление и параметры движения. Все эти задачи — навигационные. Значит, перемещение подвижных аппаратов с научной аппаратурой, да и людей, прибывающих на Луну, связано с решением навигационных задач.

Каковы же особенности навигации на Луне? Для ответа на этот вопрос необходимо прежде всего определить круг задач, которые относятся к навигации.

ЧТО ТАКОЕ НАВИГАЦИЯ?

Навигация — это наука о точном, надежном и безопасном вождении двигающихся аппаратов из одной точки пространства в другую по заданным траекториям в установленное время. В соответствии с этим, основные задачи навигации — определение

положения аппарата или его координат, а также параметров движения — курса, скорости, высоты, определение (расчет) отклонений аппарата от заданной траектории, расчет параметров движения, обеспечивающих прибытие аппарата в заданную точку пространства в назначенное время, — курса следования, вектора скорости, величины скорости («Земля и Вселенная», 1965, № 2, с. 39—45.— Ред.).

Поясним на примере. 17 ноября 1970 года в 6 часов 47 минут по московскому времени была осуществлена доставка советского «Лунохода-1» на поверхность Луны. Вскоре началось его передвижение, управляемое с Земли. «Луноходом» управляла специальная группа, в состав которой входили штурманы. Они определяли прежде всего его положение — удаление от препятствий (камней по пути движения и мелких кратеров), положение этих препятствий относительно продольной оси «Лунохода» — их курсовой угол, крен аппарата и некоторые другие параметры. Эту информацию оценивали, сравнивали с допустимыми (расчетными) значениями параметров и на основе этого рассчитывали параметры дальнейшего передвижения «Лунохода» — изменение направления движения (курса), величину скорости и хода — возможного продвижения в заданном направлении.

Для навигации на Луне, естественно, нужно использовать опыт навигации на Земле, однако, он должен быть скорректирован с учетом лунных условий и отличий навигационной обстановки на Луне.

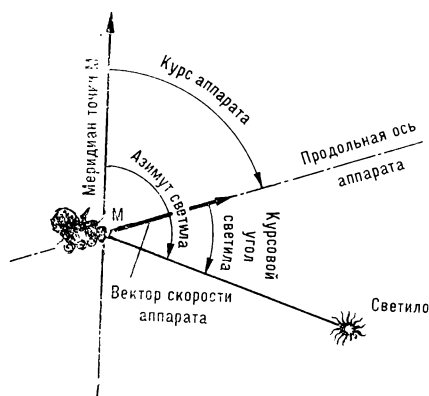
Каковы эти отличия? Прежде всего, большое удаление Луны от Земли.

Затем — отсутствие у Луны заметного магнитного поля и атмосферы. Особенности лунного рельефа — тоже одна из причин своеобразной навигационной обстановки на Луне. Возникает вопрос: а удастся ли тогда применить земные системы и средства для решения навигационных задач на Луне?

Да, Земля может оказать существенную помощь в решении навигационных задач на Луне. Мощные радиотехнические системы на Земле помогают с высокой точностью определять положение лунных аппаратов, их селенографические координаты. Следует учитывать только, что данные о координатах и на Земле и на Луне будут получаться с задержкой в 2,56 секунды за счет конечной скорости распространения электромагнитных колебаний. Эту постоянную величину задержки нужно учитывать при решении навигационных задач. О возможностях решения лунных навигационных задач на Земле можно судить по такому факту. Радиointерферометрический способ измерения дал возможность определять положение американских астронавтов на Луне с точностью 20 см. Но не всегда Земля может помочь. Ведь с Земли видна только половина лунной поверхности. Поэтому нужно изыскивать другие методы навигации.

АСТРОНАВИГАЦИЯ

Особенно благоприятны условия на Луне для применения **астрономических методов навигации** («Земля и Вселенная», 1968, № 1, с. 14—23.—Ред.). Там не нужно учитывать атмосферную рефракцию. На Луне нет облачного покрова, исключаяющего в большинстве случаев применение астрономических систем. Отсутствие атмосферы создает благоприятные условия для наблюдения звезд на дневной стороне Луны. Координаты аппарата наиболее просто и с высокой точностью определяются по двум небесным светилам. На Земле в дневных условиях, как правило, видно только одно Солнце. Солнце и Луна вместе бывают на небосводе только в течение 8% всего светлого времени. Это обстоятельство в значитель-



ной степени снижает возможность применения астрономических способов навигации на Земле. На Луне же в любое время можно выбрать для наблюдения два светила, скажем, две звезды.

Чтобы измерить высоту светила, необходимо построить точную вертикаль. Действительно, высота светила отсчитывается от плоскости истинного горизонта, а его построение (моделирование) достаточно точно осуществляется с помощью искусственной, например маятниковой (пузырьковой), вертикали. На Луне ускорение силы тяжести примерно в 6 раз меньше, чем на Земле. За счет этого возникнут трудности в использовании маятниковой вертикали в астрономических приборах. Даже небольшие ускорения аппарата будут выводить маятник (пузырек уровня) из направления отвесной линии, что вызовет достаточно большие ошибки. Однако на Луне для измерения высоты светила можно воспользоваться и видимым горизонтом.

Непросто измерить на Луне курс движения аппарата. Там нельзя применить магнитный способ, а при реализации гироскопического метода возникают большие трудности из-за

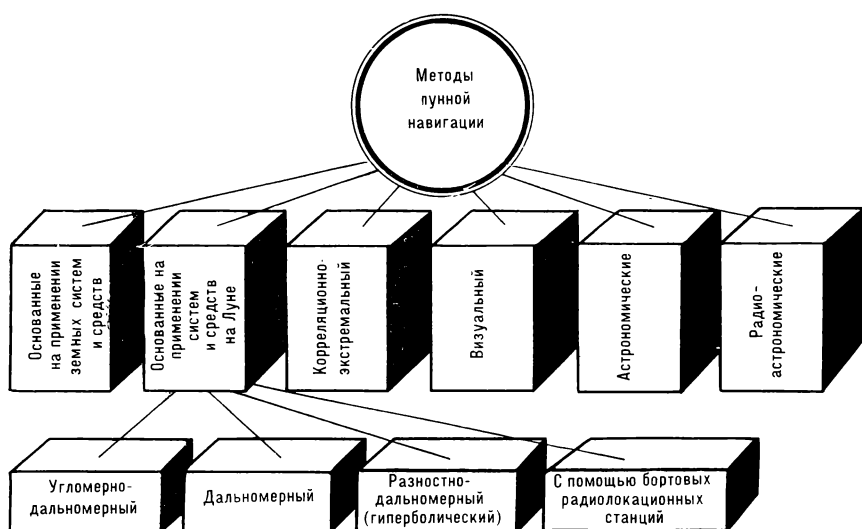
малой угловой скорости вращения Луны. Если взять гироскопический теодолит, то для определения курса с его помощью на селенографической широте 60° нужно затратить от 2,5 до 5 часов — в зависимости от необходимой точности измерений. На Земле на это уходит 18—20 минут.

В авиации с успехом применяют астрономические компасы различных типов и конструкций. Принцип их устройства достаточно прост. Курс самолета определяется разностью между расчетным значением азимута светила и измеренным значением курсового угла. Значит, для определения азимута светила необходимо непрерывно учитывать его изменение, обусловленное вращением Земли. На Земле за каждые 4 минуты азимут светила изменяется в среднем на 1° , а на Луне азимут светила будет изменяться в среднем на 1° за 1,8 земного часа. Отправляясь на прогулку по Луне, нужно только запомнить азимут некоторого светила. Это позволит в течение довольно длительного времени легко ориентироваться по странам света и найти обратную дорогу.

А можно ли на Луне без расчетов азимута светила ориентироваться по странам света, как это делается на Земле по звездам? Оценим такую возможность.

Лунный экватор наклонен к эклиптике на $1^\circ 32,3'$. На таком угловом расстоянии от полюсов эклиптики будут располагаться точки пересечения оси вращения Луны с небесной сферой — «полюсы мира на Луне», направление на которые определяет положение «севера» и «юга» на Луне, положение лунной полуденной линии, истинного меридиана. К сожалению, вблизи полюсов эклиптики на небесной сфере нет ярких звезд. Северный полюс эклиптики расположен в созвездии Дракона на угловом расстоянии примерно $15,2^\circ$ от наиболее яркой его звезды γ Дракона ($2,22^m$). Южный полюс — в созвездии Золотой Рыбы на расстоянии около $2,4^\circ$ от одной из его звезд — δ Золотой Рыбы (4^m). Значит, условия для определения стран света на Луне таким способом весьма неблагоприятны и ориентировку по странам света не-

■ *Астрономический способ измерения курса. М — точка расположения аппарата. Азимут светила рассчитывается, курсовый угол светила измеряется. Курс аппарата определяется как разность между азимутом и курсовым углом*



обходимо производить по некоторому характерному светилу, азимут которого должен рассчитываться заранее. Целесообразно для этих целей выбирать светила с малой высотой. В этом случае проще измерить курсовой угол светила, а скорость изменения азимута светила за счет собственного вращения Луны меньше. Можно использовать Солнце и Землю, особенно, если наблюдатель находится в высоких широтах северного или южного полушария Луны. Там высоты Солнца и Земли будут меньшими, чем в экваториальных областях.

НЕАСТРОНОМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НАВИГАЦИИ

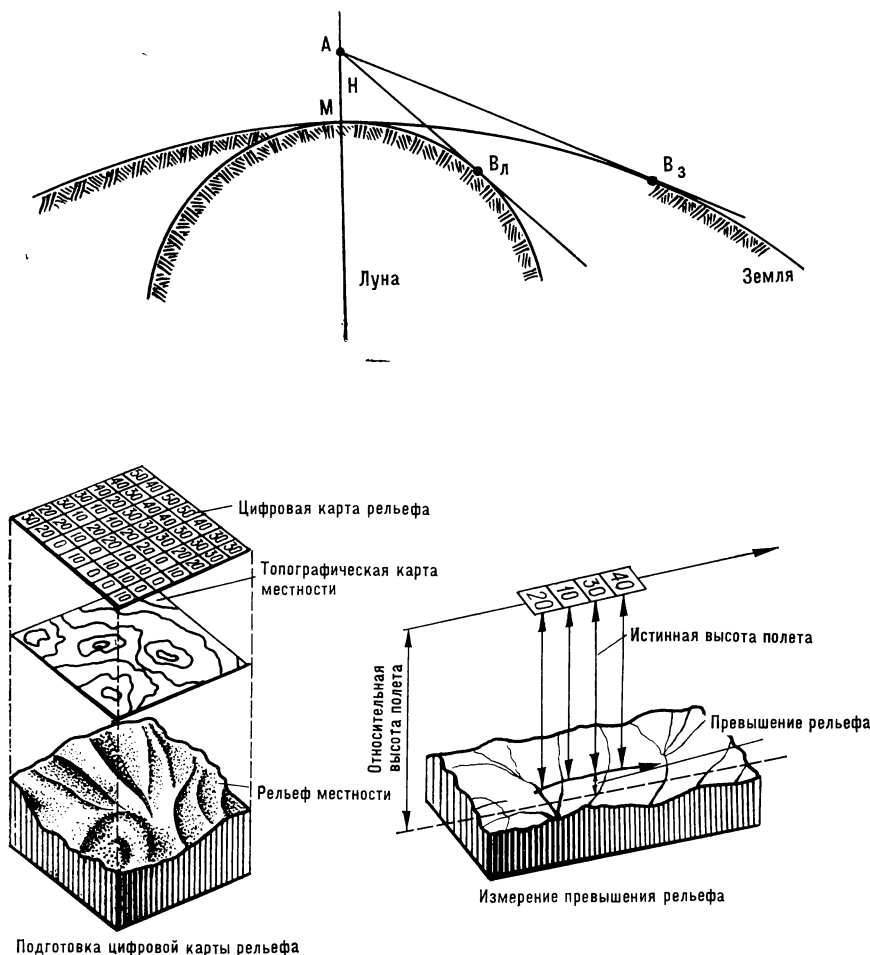
Можно ли применять на Луне другие, неастрономические методы навигации? Да. И прежде всего — **инерциальные навигационные системы**. Подобные системы входят в состав навигационных комплексов большинства современных самолетов. Работа инерциальных навигационных систем основана на измерении ускорений объекта и их двойном интегрировании по времени. Первое интегрирование ускорений дает скорость объекта, а второе — пройденное расстояние от некоторой исходной точки, а значит, и его координаты.

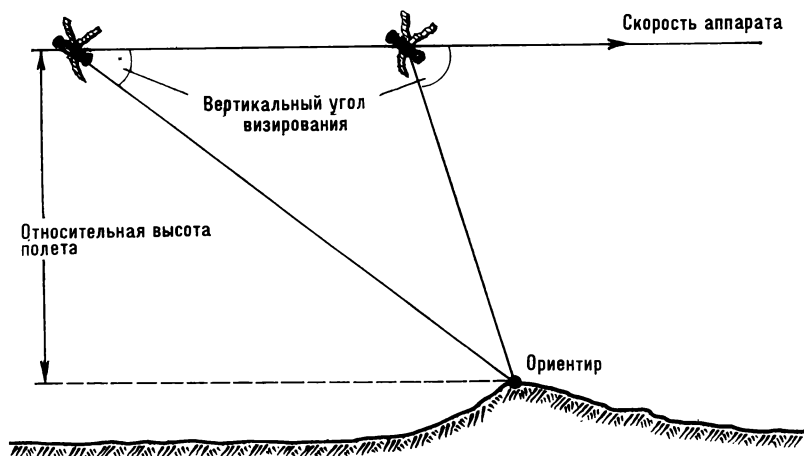
Оценим возможность использования **радиотехнических систем**, работающих на поверхности Луны в УКВ диапазоне. Они применяются на Земле, например, — радиотехническая система ближней навигации, с помощью которой измеряются два навигационных параметра: дальность до объекта и его азимут. Такие си-

Основные методы навигации на Луне

Дальность прямой видимости на Земле и на Луне. A — положение излучателя антенны радионавигационной системы, H — высота излучателя над поверхностью Земли (Луны), MB_3 и MB_L — дальность прямой видимости на Земле и Луне, соответственно

Корреляционно-экстремальный метод навигации





системы эффективны только в пределах прямой видимости. Это обусловлено особенностями распространения радиоволн УКВ диапазона. Значит, за счет большей кривизны поверхности Луны по сравнению с кривизной земной поверхности дальность их действия будет меньше. При одних и тех же условиях, например: при высоте антенны станций на Земле и Луне 100 м, высоте полета летательного аппарата 1000 м средняя дальность действия системы на Земле 148,8 км, а на Луне только 77,7 км.

Дальность действия таких систем можно увеличить, увеличив высоту антенной системы станции. Для этого можно использовать валы лунных кратеров и центральные горки некоторых из них. Так, например, высота вала кратера Клавия над окружающей местностью достигает 1600 м, центральная горка кратера Феофила имеет высоту 2200 м. Правда, увеличение высоты антенны на Земле на 10 м обеспечивает приращение дальности действия системы в среднем на 5,6 км, а на Луне только на 3 км. Несмотря на это, радиотехнические системы, основанные на использовании УКВ, и лазерные дальнометры

■ *Кинематический способ измерения относительной высоты полета. Зная скорость летательного аппарата и измеряя в двух точках траектории его движения вертикальные углы визирования некоторого ориентира, можно рассчитать относительную высоту полета*

системы, очевидно можно применять для вывода лунных летательных аппаратов в точку расположения станции на поверхности Луны. Действительно, при высоте полета 5000 м и высоте антенны над поверхностью Луны 1000 м средняя дальность действия таких систем примерно 190 км, что вполне достаточно.

Навигационные задачи можно решать на Луне и с помощью **разностно-дальномерных, или гиперболических**, навигационных систем, которые будут располагаться на поверхности Луны и работать в автоматическом режиме, используя длинные или средние волны. В таких системах измеряется разность расстояний от аппарата до двух точек (станций) на поверхности Земли (Луны).

На Луне возможно применение **корреляционно-экстремальных** навигационных систем, основанных на сравнении измеряемого в полете превышения рельефа относительно некоторого уровня с характеристиками рельефа, хранящимися в запоминающем устройстве. На Луне много кольцевых гор (кратеров различных размеров, возвышенностей, горных хребтов, трещин, борозд). Есть еще одна трудность их применения: в наземных навигационных корреляционно-экстремальных системах превышение рельефа измеряется на борту летательного аппарата с помощью барометрического и радиовысотометров. Использовать барометрический высотометр на Луне нельзя. Значит, нуж-

но изыскивать какие-то другие способы измерения высоты полета. Для искусственного спутника Луны нетрудно выполнить расчет текущей высоты полета по известным элементам его орбиты. Можно применять в полете для измерения высоты и **кинематический способ**, основанный на знании скорости полета аппарата.

На Луне больше возможностей для корреляционно-экстремального метода навигации по рельефу, чем на Земле. Действительно, такие системы не работают при полете над водой, а поверхность суши составляет только 29,2% всей поверхности Земли.

Можно ли использовать на Луне такой метод навигации, как визуальная ориентировка?

ВИЗУАЛЬНАЯ ОРИЕНТИРОВКА

Она применяется, например, для определения местоположения самолета. Первые полеты на Луну американских астронавтов не дали окончательного ответа на вопрос, приемлема ли там визуальная ориентировка. Для ответа на этот вопрос нужно воспользоваться опытом визуальной ориентировки на Земле. Этот опыт поможет также сформулировать некоторые предложения и рекомендации.

Практически на всей поверхности Луны имеется достаточно большое число навигационных ориентиров: горные гряды, трещины, кратеры. Но возникает сомнение, а можно ли отличить один кратер от другого? Видимо, на этот вопрос следует дать положительный ответ. Прежде всего, кратеры отличаются размерами — от самых крупных (более 200 км) до весьма небольших (несколько метров). Вот некоторые цифры, характеризующие распределение лунных кратеров по размерам. На видимой стороне Луны есть пять кратеров, размеры которых превосходят 200 км (у кратера Клавия диаметр более 230 км), у 32 объектов диаметры от 100 до 200 км. На видимой стороне Луны число кратеров диаметром более 1 км, по мнению специалистов, превышает 300 000. Достаточно большое число кратеров обнаружено и на невидимой части Луны.

Размеры кратеров — один признак для их опознавания. Другой характерный признак — их форма. Не все лунные кратеры круглые. Так, например, у кратера Куновский отчетливо выраженная форма шестиугольника, кратер Энке имеет разрыв вала в южной части и форму, близкую к шестиугольнику. Отличительный и надежный характерный признак — число и расположение около кратера других более мелких кратеров. Важна, конечно, и местность, на которой расположен кратер, — море или равнина, наличие и форма центральной горки, наличие вблизи кратера других элементов рельефа (трещины, лучи, борозды).

Таким образом, по достаточно большому числу характерных признаков можно уверенно опознавать лунные кратеры и вести по ним визуальную ориентировку, находясь на поверхности Луны или над ней.

Визуальная ориентировка невозможна без хороших карт масштаба 1 : 500 000 и более крупных. Примером таких карт могут служить карты видимой части Луны масштаба 1 : 1 000 000, составленные в 1965 году в Государственном астрономическом институте имени П. К. Штернберга и Центральном научно-исследовательском институте геодезии, аэро съемки и картографии («Земля и Вселенная», 1967, № 3, с. 12—13.—Ред.).

Визуальную ориентировку, видимо, можно вести только в условиях лунного дня, длительность которого равна половине синодического месяца (синодический месяц — 29,53 средних солнечных суток). Наверное, визуальная ориентировка возможна и в области «пепельного света Луны» — области, освещаемой отраженным Землей солнечным светом. Ведь на Земле в условиях ночного полета в некоторых случаях лунного света вполне достаточно для обнаружения и опознавания сравнительно мелких ориентиров.

«ЛУННЫЕ» МЕТОДЫ НАВИГАЦИИ

Итак, на Луне, учитывая ее особенности, в той или иной степени можно применять почти все методы земной навигации. А есть ли чисто лунные

методы, характерные только для Луны? Да, есть. Например, — метод ориентировки по лунным кратерам, основанный на опознавании кратеров по некоторым новым навигационным параметрам. Один из таких параметров, измеряемых в полете над поверхностью Луны, — отношение площади кратера к его периметру. Каждый кратер имеет свое значение этого отношения. Поэтому, измеряя такие навигационные параметры и сравнивая их с данными лунных кратеров, хранящимися в запоминающем устройстве навигационного комплекса, можно опознать кратер и определить свое местоположение. Величина такой навигационной характеристики не зависит от масштаба карты, от масштаба изображения кратера на экране визирного устройства, по которому производится его измерение. Очевидно, несложно будет создать и прибор для измерения подобных параметров. В геодезии уже есть такой прибор — полярный планиметр, измеряющий площадь плоских фигур. Периметр кратера можно измерить прибором, аналогичным курвиметру. Главное — это составить каталог таких навигационных параметров лунных кратеров и практически проверить этот способ. Все это можно сделать и на Земле.

В некоторых случаях, особенно при полетах на большой высоте над лунной поверхностью, приемлем и такой «лунный способ навигации», как ориентировка по терминатору — границе на поверхности Луны, отделяющей освещенную Солнцем часть Луны от неосвещенной. Ввиду отсутствия атмосферы эта граница на Луне будет достаточно четкой.



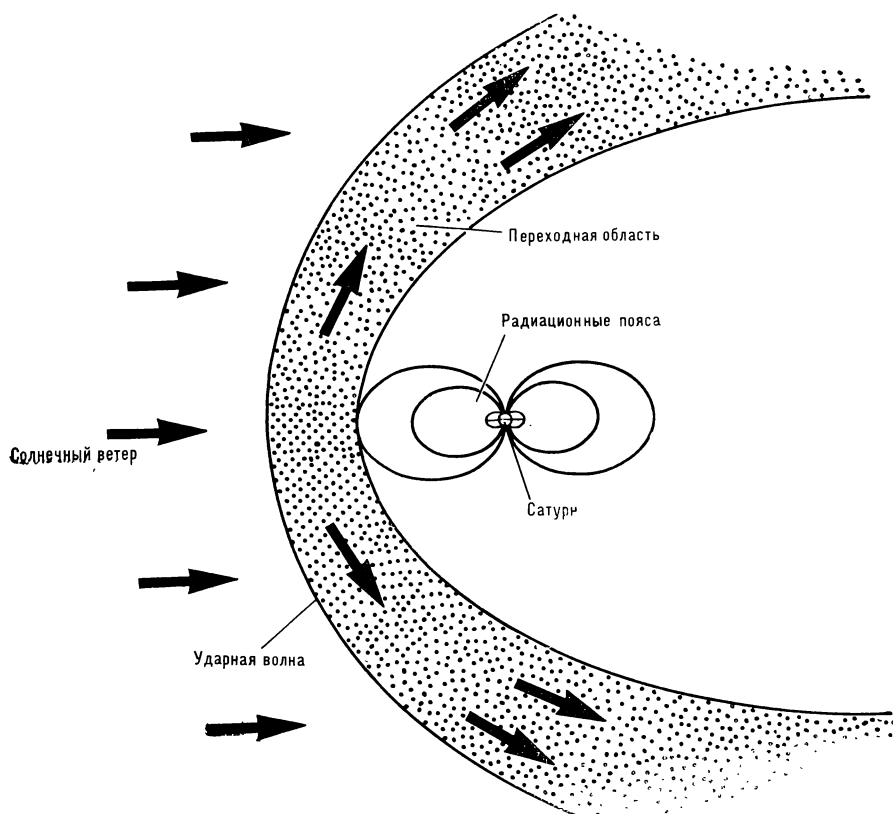
ВСТРЕЧА «ПИОНЕРА-11» С САТУРНОМ

1 сентября 1979 года космический аппарат «Пионер-11» (США) после шести лет полета впервые в истории науки достиг орбиты Сатурна и прошел на расстоянии 21 400 км от облачной поверхности этой планеты. Ниже кратко излагаются предварительные результаты исследований, которые удалось провести с помощью бортовых приборов «Пионера-11» в течение пролета. Читатель должен иметь в виду, что полученный экспериментальный материал еще находится в стадии обработки и окончательные данные будут опубликованы позже, настоящая же заметка основана лишь на первых впечатлениях ученых от беглого просмотра материала и не претендует на полноту изложения. Мы пользовались в основном брошюрой Национального управления США по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА), опубликованной в сентябре 1979 года под заголовком «Сближение «Пионера» с Сатурном».

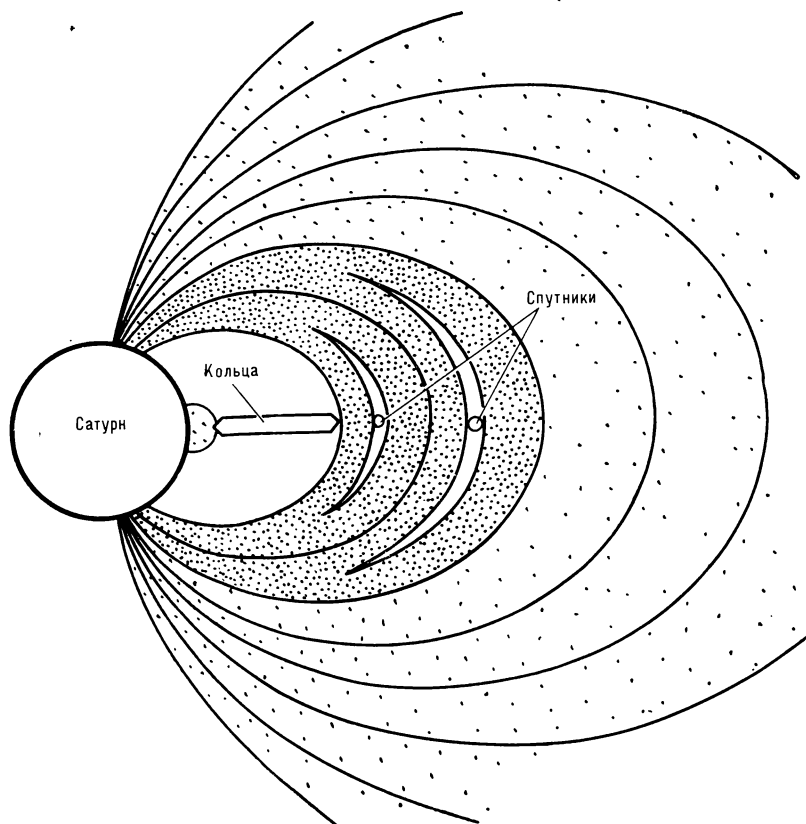
Сообщается, что у Сатурна обнаружено магнитное поле более сильное, чем у Земли, но более слабое, чем у Юпитера. Магнитосфера Сатурна по конфигурации напоминает скорее земную, чем юпитерианскую. В ней, как и в магнитосферах Земли и Юпитера, имеются пояса захваченных магнитным полем частиц, только концентрация их сильно уменьшена в области колец и спутников планеты.

Уточнена масса Сатурна; по характеру поля тяготения можно сделать вывод, что внутреннее строение Са-

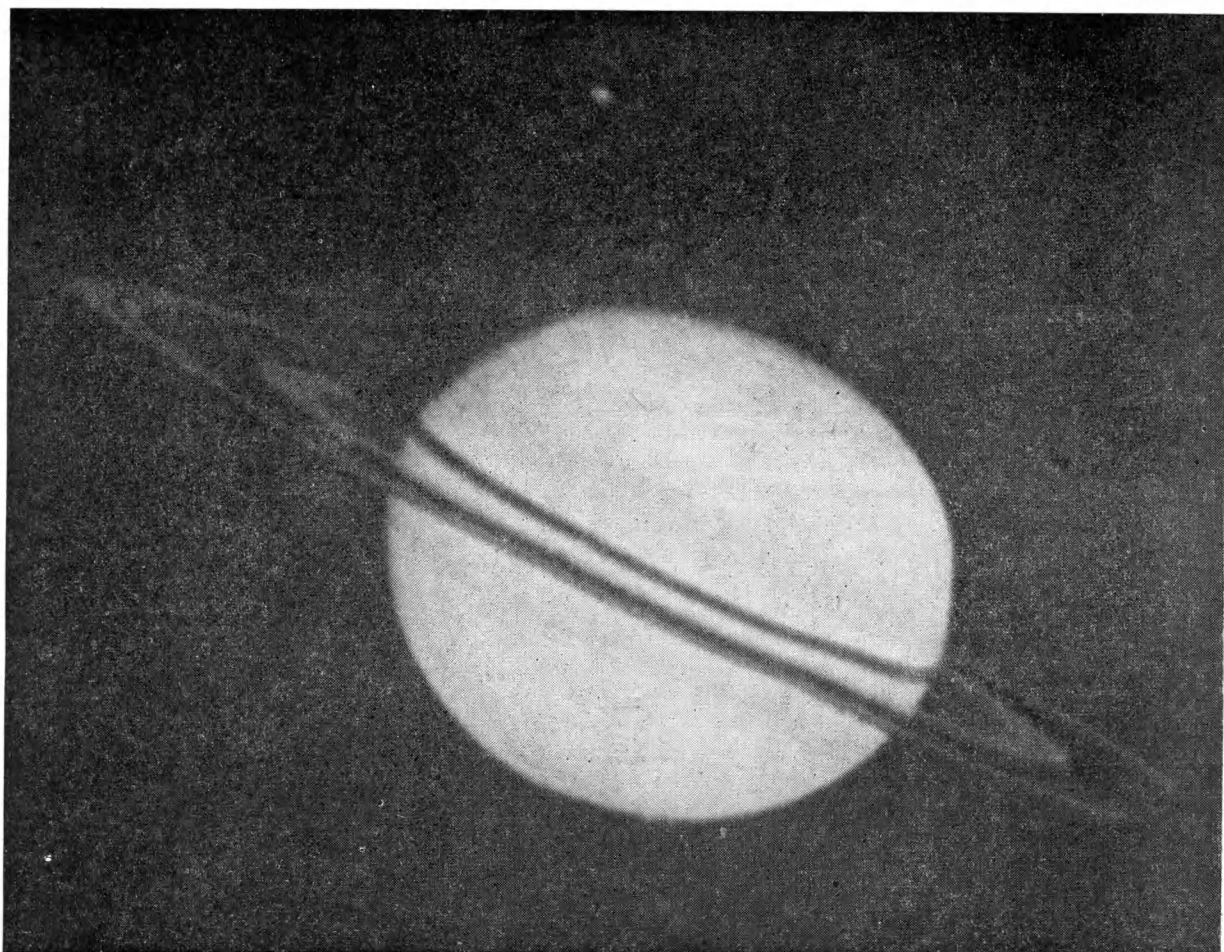
турна сходно со строением Юпитера (как и предполагалось до пролета «Пионера-11»). Полученные данные совместимы с представлением о наличии внутреннего ядра из тяжелых элементов в расплавленном состоянии (в основном, по-видимому, из железа). Размеры ядра порядка размеров Земли, но из-за колоссальных давлений в недрах планеты масса его в 3 раза больше. Его окружает внешнее ядро из весьма сжатых легких веществ в жидком состоянии — метана, аммиака и воды. Масса внешнего ядра приблизительно 9 земных масс. Большая же часть объема Сатурна (около 83 земных масс) состоит в основном из легчайших элементов — водорода и гелия, также сжатых до жидкого состояния. При этом в оболочке, непосредственно примыкающей к внешнему ядру, водород находится в металлической фазе, то есть имеет свойства металла. Электрические токи в этой оболочке и порождают магнитное поле Сатурна.



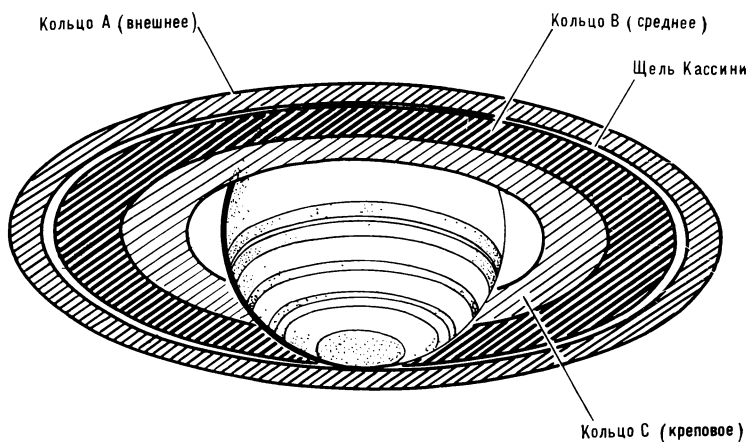
Лобовая часть магнитосферы Сатурна (схема) по данным «Пионера-11». Видно большое сходство с магнитосферой Земли



Радиационные пояса Сатурна (схема). Кольца и спутники поглощают захваченные магнитным полем частицы, что приводит к уменьшению их концентрации в соответствующих областях радиационных поясов (более светлые области)

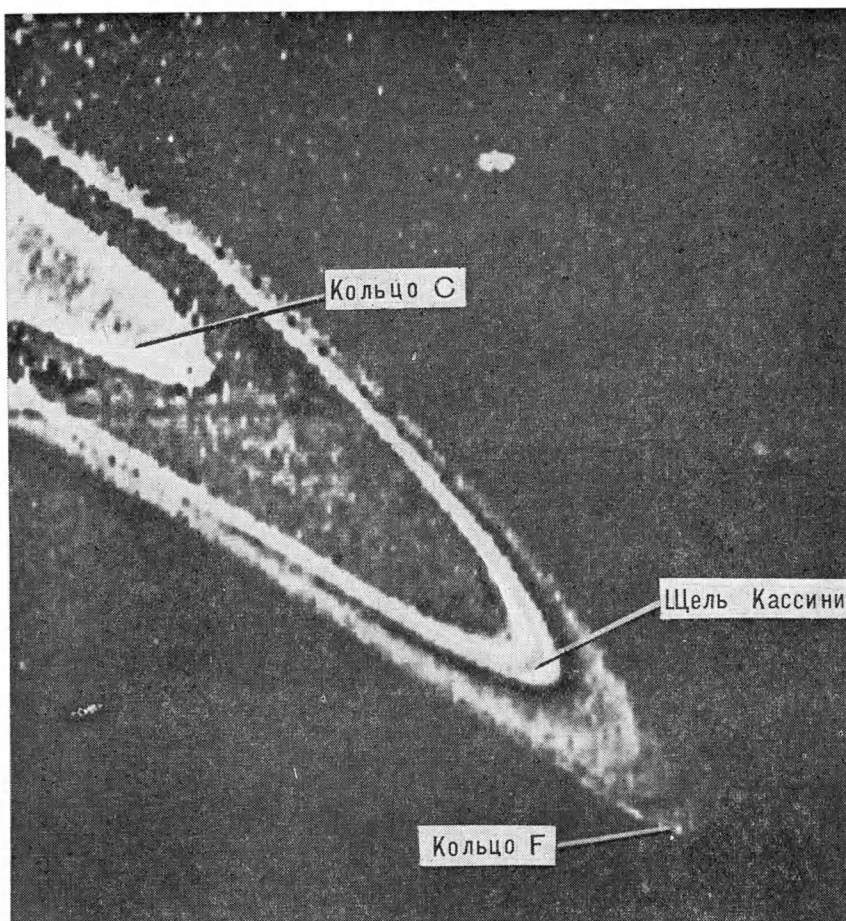


Были исследованы кольца Сатурна и получены их изображения. Они сильно отличаются от обычно наблюдаемых в наземные телескопы, потому что к «Пионеру-11» была обра-



Изображение Сатурна с кольцами, полученное «Пионером-11» с расстояния 2,8 млн. км. Наблюдалась не освещенная Солнцем сторона колец. Видна тень колец на планете. Светлое пятнышко над диском Сатурна — спутник Титан

Основные кольца Сатурна (схема). Относительная яркость колец дана для случая их наблюдения с неосвещенной стороны, как это было при пролете «Пионера-11»



на не освещенная Солнцем «ночная» сторона колец и приборы фиксировали не отраженный от колец свет, а свет, прошедший сквозь них. В результате самое яркое (но и самое непрозрачное) кольцо В получилось темным. Менее яркое кольцо А видно на изображениях довольно светлым, наиболее же ярко очень прозрачное кольцо С («креповое») и

Изображение колец с расстояния 943 тыс. км, детально показывающее их структуру. Зернистость изображения обусловлена техническими причинами. Белое пятнышко в верхней части кадра — спутник Сатурна Тефия

щель Кассини, разделяющая кольца А и В.

Непосредственно вне кольца А обнаружено ранее неизвестное узкое кольцо шириной всего 2 тыс. км, которое авторы эксперимента обозначили буквой F. Щель между кольцами А и F предложили назвать «щелью «Пионера». Наземные наблюдения Сатурна указывают на существование еще двух колец — D и E, но приборы «Пионера-11» их не отметили, возможно, из-за недостаточной чувствительности. Зато было открыто новое кольцо, обозначенное исследователями буквой G; оно расположено на расстоянии 10–15 радиусов Сатурна (600–900 тыс. км от центра планеты), то есть далеко за пределами кольца А.



Представляют значительный интерес результаты измерений инфракрасного излучения Сатурна и колец. Температура Сатурна оказалась около 100 К, откуда следует, что планета имеет собственный внутренний источник тепла, так как излучает в 2,5 раза больше, чем получает от Солнца (этот вывод, хотя и с меньшей точностью, был сделан астрономами значительно раньше на основе инфракрасных наблюдений Сатурна с Земли). Температура колец оказалась очень низкой, 65–75 К. Разность температур освещенной и «ночной» сторон колец и скорость остывания частиц колец после входа их в тень Сатурна позволяют заключить, что диаметр типичной частицы не менее нескольких сантиметров и что кольца представляют собой образование толщиной во много частиц (оба эти вывода впервые были сформулированы еще в 1951 году автором данной заметки на основе анализа фотометрических наблюдений Сатурна с Земли).

Обнаружено ультрафиолетовое излучение колец и диска Сатурна, принадлежащее атомарному водороду. На диске интенсивность излучения сильно зависит от широты, что указывает на наличие полярных сияний в высоких широтах Сатурна. Обширное облако атомарного водорода окружает часть орбиты крупнейшего из спутников планеты — Титана.

Впервые получено изображение Титана с близкого расстояния. К сожалению, никаких деталей на нем не видно, так как спутник находился на пределе разрешающей способности прибора.

Доктор физико-математических наук
М. С. БОБРОВ



Кандидат физико-математических наук
Б. В. КОМБЕРГ

Радиогалактика Центавр А

БЛИЖАЙШАЯ РАДИОГАЛАКТИКА

В четырех градусах севернее яркого шарового скопления ω Центавра в полевой бинокль заметно туманное пятнышко примерно 7-й звездной величины. Это — гигантская эллиптическая галактика NGC 5128. Ее угловой размер ($0,5^\circ$) сравним с угловым поперечником Солнца, хотя в линейной шкале диаметр галактики равен 45 кпс — в 1,5 раза превышает большую ось нашей Галактики. Абсолютная звездная величина центрального ядра тела NGC 5128 -21^m , то есть ее светимость примерно такая же, как суммарная светимость Галактики, а между тем в NGC 5128 нет горячих молодых звезд, которые определяют яркость диска нашей звездной системы. Всего 5 Мпс (16 000 000 световых лет) отделяют от нас NGC 5128. Эта эллиптическая галактика — центр небольшой группы из семи менее ярких галактик. NGC 5128 относится к тем редким гигантским эллиптическим системам, которые располагаются не в центре богатых скоплений галактик. Еще одна особенность NGC 5128 — мощная пылевая полоса, пересекающая галактику вдоль малой оси.

На заре радиоастрономии, в 1949 году, Дж. Болтон, Г. Станлей и О. Сли (Австралия) обнаружили связанный с NGC 5128 протяженный радиоисточник. Он тянется с севера на юг по обе стороны от оптической галактики почти на 8° , а значит, его размеры достигают 1,5 Мпс! Так как этот радиоисточник ярчайший в созвездии Центавра, то его часто обозначают Центавр А. Излучение от северного и южного радиокомпонентов

Гигантскую эллиптическую галактику в созвездии Центавра наблюдал Джон Гершель еще в 1834 году. Он назвал ее «самым удивительным объектом» из-за темной с резкими краями полосы, которая делит галактику пополам. Что известно сейчас об этом необычном объекте!

почти одинаковое, а общая радиосветимость в метровом диапазоне волн, несмотря на гигантские размеры радиоизлучающих областей, не слишком высока — около 10^{42} эрг/с.

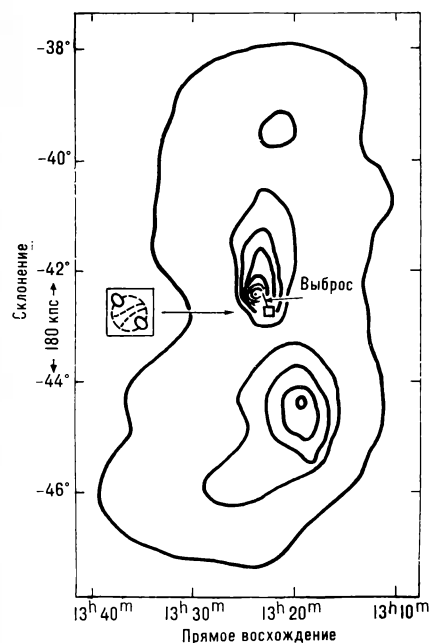
В 1961 году радиоастрономы нашли и в пределах оптической галактики два компактных (поперечник примерно $2'$) радиокомпонента, разнесенных на $7'$ (10 кпс). Они соединены слабым «радиомостом». Мощность радиоизлучения центральных компонентов в метровом диапазоне в 1000 раз меньше, чем протяженного радиоисточника, в сантиметровом же диапазоне мощность центральных компонентов достигает 10^{40} эрг/с. Спектры обоих радиокомпонентов удивительно схожи по форме, но несколько отличаются интенсивностью. Это позволило члену-корреспонденту АН СССР Ю. Н. Парийскому сделать предположение, что различие в светимостях радиокомпонентов объясняется эффектом Доплера: один компонент летит на нас, другой — от нас. Относительная скорость их разлета от ядра галактики оказалась при этом равной 0,03 скорости света.

Механизм радиоизлучения галактики NGC 5128 синхротронный: излуча-

ют релятивистские электроны, движущиеся в магнитном поле галактики. Чем выше энергия этих электронов и чем больше поле, тем короче излучаются волны.

ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЕ В ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ГАЛАКТИКЕ

Поскольку склонение NGC 5128 составляет -43° , хорошие фотографии галактики можно получать на больших телескопах, установленных в южном полушарии. Такие телескопы вступили в строй лишь недавно, поэтому неудивительно, что исследование галактики задержалось. В 1963 году Х. Джонсон (США) показал, что слабосветящиеся внешние области NGC 5128, которые простираются почти на 100 кпс от центра галактики и сливаются с пылевой полосой, обладают довольно сложной структурой. Позднее на 4-метровом телескопе обсерватории Серро-Тололо (Чили) удалось сделать снимки «выброса» из NGC 5128. Он тянется почти на 50 000 пс от ядра в северо-восточном направлении и имеет вид сужающегося от галактики конуса. Внутри него зарегистрировано излучение в линии ионизованного кислорода (длина волны $3727 \text{ \AA}$), обнаружены компактные яркие конденсации и цепочки, которые расположены примерно в 15 кпс от ядра. По-видимому, мы наблюдаем области ионизованного газа вокруг отдельных горячих молодых звезд или их комплексов. Заметим, что лучевые скорости этих конденсаций меньше (на 250—350 км/с), чем лучевая скорость самой галактики, а направление их выброса совпадает с направлением вытянутости компакт-



ного радиоисточника в ядре. Яркие конденсации и цепочки выявлены и внутри пылевой полосы, пересекающей галактику.

Известный канадский астрофизик С. ван ден Берг предположил, что около 30 млн. лет назад в NGC 5128 произошла вспышка звездообразования и возмущение от нее в виде ударной волны распространяется от центра к периферии галактики со скоростью несколько тысяч километров в секунду. Такая волна сжатия сама может способствовать формированию звезд в тех местах, где на ее пути встречаются облака газа. В основной массе главного тела галактики молодых звезд уже нет, остались только старые красные карли-

ки. Их цвет слегка голубеет к периферии галактики. Так и должно быть, ведь NGC 5128 — эллиптическая галактика и молодость звезд в ней про-

Галактика NGC 5128 в созвездии Центавра. Снимок из «Атласа галактик», составленного Э. Хабблом (1961 г.)

Структура радиогалактики Центавр А в диапазоне волн 6–74 см. В квадрате показано расположение центрального двойного радиоисточника относительно галактики NGC 5128. Указано положение выброса, недавно открытого в оптическом диапазоне

шла миллиарды лет назад. Удивительно другое — вокруг галактики сейчас существуют газово-пылевые области, в которых продолжается формирование звезд.}

Мы рассказали о самых внешних областях радиогалактики, а что представляет собой ее ядро? Условия для его наблюдения в оптическом диапазоне столь же неблагоприятны, как и ядра нашей Галактики. NGC 5128 повернута к нам так, что пылевая полоса почти полностью скрывает ядро. (Центр Галактики в созвездии Стрельца также загорожен от нас пылью и газом.) А нельзя ли вести наблюдения ядра NGC 5128 в инфракрасном диапазоне, где излучение меньше поглощается пылью? На пластинках,

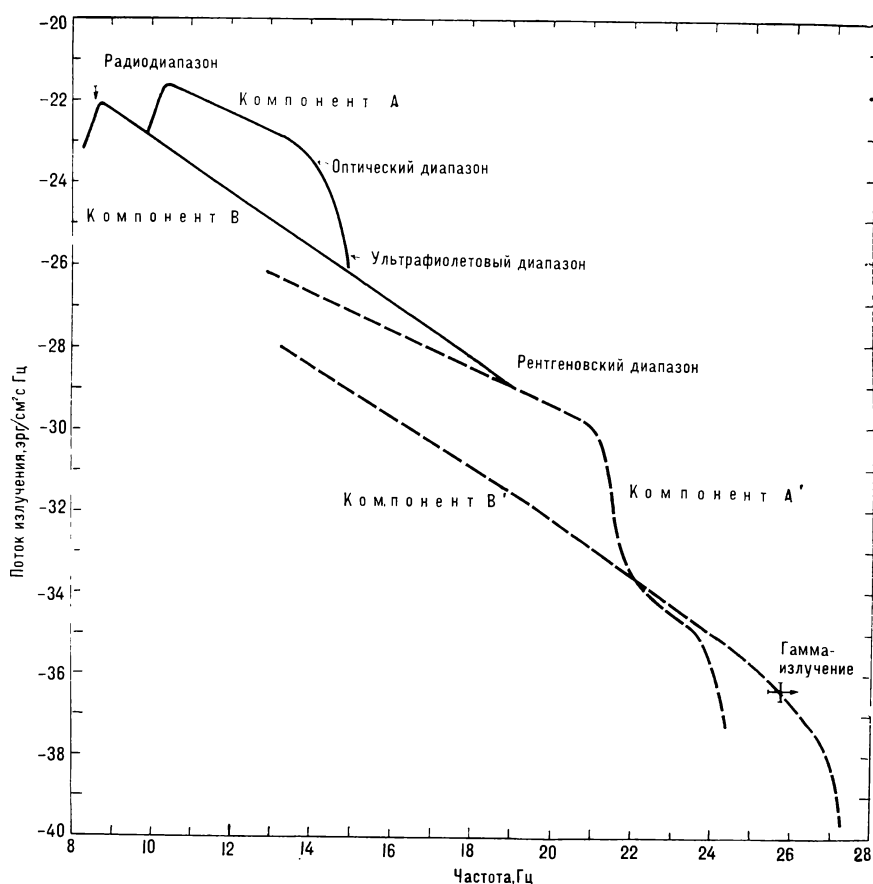


чувствительных в области $8000 \text{ \AA}$ ($0,8 \text{ мкм}$), в $15''$ от центра оптической галактики было обнаружено пятно размером $3 \times 5''$ ($75 \times 125 \text{ пс}$), которое излучает в инфракрасном диапазоне около $2,4 \cdot 10^{41} \text{ эрг/с}$. Если принять (по аналогии с центральной областью спиральной галактики М 31 или эллиптической галактики М 87) отношение массы к светимости равным 40, то масса ядра радиогалактики Центавр А должна быть примерно 10^9 солнечных. По-видимому, в центре радиогалактики находятся красные карликовые звезды, масса которых от 0,1 до 1 солнечной. На волне $2,8 \text{ мкм}$ излучение от центральной области (радиус 25 пс) NGC 5128 в 10 раз больше, чем от соответствующей области нашей Галактики, и в 25 раз больше, чем от галактики М 31 в созвездии Андромеды. Начиная с волны 10 мкм над тепловым излучением звезд в NGC 5128 уже преобладает нетепловое излучение.

МОДЕЛЬ ЯДРА ГАЛАКТИКИ

В последние годы спутники и ракеты доставили интересные данные о рентгеновском излучении радиогалактики Центавр А. Рентгеновский источник, отождествленный с этой галактикой, имеет два компонента. Радиус одного из них около $3'$ ($4,5 \text{ кпс}$), другого, который совпадает с ядром, $6''$ (150 пс). Последний изменяет яркость на 25% за несколько часов. Общая мощность рентгеновского излучения источника около 10^{42} эрг/с . По всей вероятности, рентгеновское излучение возникает в результате обратного эффекта Комптона — столкновения инфракрасных квантов с релятивистскими электронами, ответственными за синхротронное радиоизлучение галактики. В ходе таких столкновений электроны теряют, а инфракрасные кванты приобретают энергию в десятки и даже сотни килоэлектронвольт.

Выброс из галактики NGC 5128. Он тянется примерно на $0,5^\circ$ от передержанного изображения галактики. Фотография получена на 4-метровом телескопе обсерватории Серро-Тололо



Есть, хотя и не совсем надежные, сведения о том, что диффузное излучение мощностью $4 \cdot 10^{41} \text{ эрг/с}$ в диапазоне энергий 2—10 кэВ рождается в тех же областях, где наблюдается максимальная яркость протяженных радиокомпонентов. Этот факт, очень важный для понимания процессов излучения в радиокомпонентах, еще подлежит проверке.

В центре скопления галактик в созвездии Центавра зарегистрирован еще один протяженный рентгеновский источник, размеры которого порядка $5''$. Скопление находится в том же направлении, что и галактика NGC 5128, но гораздо дальше нее. Тепловое излучение этого источника обусловлено горячим газом, нагретым до 10^8 К . Мощность рентгеновского излучения составляет $5 \cdot 10^{43} \text{ эрг/с}$ в диапазоне энергий 2—8 кэВ.

Радиогалактика Центавр А испускает мощный поток гамма-излучения с энергией выше $3 \cdot 10^{11} \text{ эВ}$.

Спектр нетеплового излучения от ядра NGC 5128 в диапазоне от радиоволн до гамма-лучей имеет очень сложный вид. Вероятно, в ядре находятся несколько компонентов, отличающихся размерами и механизмом излучения. Дж. Гриндлей (США) предложил модель ядра галактики, состоящую из двух синхротронных компактных источников. Размеры и радиосветимость одного источника (Гриндлей обозначил его А) — 10^{-2} пс и $3 \cdot 10^{42} \text{ эрг/с}$, другого источника

Спектр ядра радиогалактики Центавр А (шкалы даны в логарифмическом масштабе). Принятая в настоящее время модель ядра радиогалактики включает два компактных радиоисточника А и В. Механизм их радиоизлучения — синхротронный, рентгеновское и гамма-излучение генерируются в результате обратного эффекта Комптона (источники А' и В')

(В) — $0,2$ пс и $8 \cdot 10^{41}$ эрг/с. Им соответствуют два более протяженных источника — рентгеновский (А', поперечник $15'$) и гамма-источник (В'). Первый из них излучает $3 \cdot 10^{42}$ эрг/с, второй — $8 \cdot 10^{41}$ эрг/с. Их излучение генерируется в результате обратного эффекта Комптона — рассеяния релятивистских электронов на инфракрасных квантах.

ПЫЛЬ И ГАЗ В ГАЛАКТИКЕ

В пылевой полосе, которая опоясывает галактику NGC 5128, зарегистрированы линии поглощения, характерные для межзвездной среды в нашей Галактике. Изучение скоростей газа в разных частях полосы привело Дж. Серсика (США) к выводу, что галактика NGC 5128 окружена вращающимся кольцом с массой около $5 \cdot 10^{11}$ солнечных. Наряду с круговыми движениями, в некоторых направлениях этого кольца наблюдаются выбросы со скоростями до 1000 км/с. Вещество выбросов собрано в отдельные облака, в спектре которых обнаружены линии поглощения и излучения нейтрального водорода. В ряде других гигантских эллиптических галактик, например М 87 в созвездии Девы («Земля и Вселенная», 1978, № 1, с. 16—20.—Ред.), таких мощных газово-пылевых образований нет. По-

этому неясно, то ли пылевая полоса присуща некоторым типам эллиптических галактик, даже и не входящим в состав богатых скоплений, то ли пылевая полоса — явление временное.

Последней точки зрения придерживается известный американский астрофизик Дж. Острайкер. В 1976 году он выдвинул гипотезу, согласно которой мощная пылевая полоса — обязательный атрибут старых эллиптических систем. В них уже закончилось интенсивное формирование звезд и массивные звезды первого поколения сбросили за время своей эволюции много пыли и газа. Это вещество постепенно образовало газовый диск, в котором продолжается формирование звезд. Дж. Острайкер считает, что в дальнейшем галактика Центавр А «превратится» в спиральную систему. Это случится, когда излучение ярких звезд в диске начнет преобладать над излучением сферического компонента галактики, хотя последний и остается более массивным. Здесь надо заметить, что Дж. Острайкер — активный сторонник идеи о том, что все галактики (как эллиптические, так и спиральные) имеют малосветящиеся массивные короны («Земля и Вселенная», 1975, № 3, с. 32—36.—Ред.), что делает оба типа галактик схожи-

ми. Эти воззрения разделяют далеко не все астрофизики.

Наблюдения на длине волны 21 см показали, что не только в NGC 5128, но и в некоторых других эллиптических системах (многие из них — радиогалактики) нейтрального водорода гораздо больше, чем обычно. Именно в ядрах таких галактик обнаружены компактные инфракрасные и радиоисточники. Высказано предположение, что существует связь между относительным количеством газа в галактике и мерой активности ее ядра: там, где доля газа велика, ядро активно. Ряд астрофизиков считает, что активность ядер поддерживается за счет выпадения на центр эллиптических галактик значительного (несколько солнечных масс в год) количества газа с периферии галактики. Каков механизм перехода кинетической энергии падающего газа в энергию излучения, пока неясно. Нет ответа и на вопрос, откуда берется газ на периферии эллиптических галактик. Не исключено, что он перетекает из близких спиральных галактик, например, из расположенной не слишком далеко от Центавра А очень яркой и богатой газом галактики NGC 5236 (М 83). Дальнейшие исследования галактики NGC 5128 и ее окрестностей должны пролить свет на эту важную проблему.

СИСТЕМА ПЛУТОНА

Как уже сообщалось в «Земле и Вселенной» (1979, № 2, с. 40), 22 июня 1978 года американский астроном Дж. Кристи с помощью 155-сантиметрового рефлектора Морской обсерватории США во Флагстаффе обнаружил спутник самой далекой планеты Солнечной системы Плутона. Спутник расположен на расстоянии около $20\,000$ км от центра планеты и обращается синхронно с ее вращением вокруг оси, делая один оборот за 6,39 суток.

Спутник удалось обнаружить благодаря тому, что на некоторых фотографиях изображение Плутона ка-



залось вытянутым. Любопытно, что именно эти изображения были исключены из обработки наблюдений положений Плутона как «дефект-

ные» (задача фотографирования Плутона — уточнение его орбиты и эфемериды, а спутник просто мешал измерению положения планеты; его долго принимали за фотографический дефект).

Дж. Кристи предложил дать новому спутнику имя Харон — так, согласно древнегреческой мифологии, звали перевозчика душ умерших через реку Стикс в царство Аида (у римлян — Плутона). Впрочем, у Кристи были и другие соображения выбрать это имя, ведь его жену зовут Харлена... Не надо путать Харона с недавно открытым астероидом Хироном, движущимся между орбитами Сатурна и Урана («Земля и



Вселенная», 1978, № 3, с. 37), который назван по имени centaвра Харона, воспитателя Ахилла.

Статья члена-корреспондента АН СССР Г. С. Голицына о спутнике Плутона в «Земле и Вселенной» заканчивалась словами: «Таким образом, Плутон и его спутник являют пример двойной планеты, более компактной, чем система Земля — Луна». В самом деле, Харон лишь вдвое меньше своей планеты по диаметру и в 10 раз по массе. Синхронность вращения Плутона и обращения вокруг него Харона привела ирландского ученого Э. Эпика к мысли, что система Плутона представляет собой пример конечного этапа приливной эволюции двойной планеты типа Земля — Луна, как бы отдаленное будущее этой системы.

В результате приливного трения, создаваемого на Земле Луной (и в меньшей степени — Солнцем), вращение Земли замедляется и ее момент вращения убывает. Но согласно закону сохранения момента количества движения, общий момент системы Земля — Луна должен оставаться неизменным. Значит, момент количества движения Луны растет, то есть Луна отдаляется от Земли. Но отдаление Луны от Земли не будет продолжаться вечно. Как следует из расчетов американского астронома Г. Дж. Макдональда, спустя 5 млрд. лет Луна удалится на расстоянии 72,5 земного радиуса (вместо современных 60), длительность суток и месяца станет одинаковой и равной 850 часам — около 35 современных суток. После этого Луна начнет приближаться к Земле. Синхронность нарушится вследствие продолжающегося действия на Землю солнечных приливов.

Эволюция системы Плутона из-за близости к планете ее спутника должна, как считает Эпик, проходить быстрее — всего лишь несколько миллионов лет. Эпик высказал мнение, что Харон отделился в прошлом от Плутона. На основе этого предположения Эпик, используя закон сохранения момента количества движе-

ния, получил значение массы Харона: 0,10 массы Плутона, что соответствует плотности Харона 4 г/см^3 . Плотность Плутона всего $1,55 \text{ г/см}^3$. Такое различие плотностей противоречит гипотезе отделения, встречающей и без того много трудностей. Более вероятно совместное образование Плутона и Харона из вещества допланетного облака.

Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН

ИНФРАКРАСНЫЕ ЗВЕЗДЫ — РЕНТГЕНОВСКИЕ ИСТОЧНИКИ

Многие галактические рентгеновские источники отождествлены с обычными звездами. В их спектрах зарегистрирован сильный избыток ультрафиолетового излучения. Это и неудивительно, ведь плазма, излучающая в рентгеновском диапазоне, имеет очень высокую температуру. Но есть источники, которые отождествляются с инфракрасными звездами. Таков, например, Лебедь X-3. Он до сих пор не обнаружен в видимом диапазоне спектра, зато хорошо заметен в инфракрасном. Возможно, многие рентгеновские источники так далеки от нас (расстояние до Лебедя X-3 около 15 кпс), что их видимое излучение практически полностью поглощается межзвездной средой на пути к Земле. Возникает интересная задача — попытаться отождествить очень далекие рентгеновские источники не с обычными, а с инфракрасными звездами. Решить эту задачу взялся астроном из Южноафриканской обсерватории И. Гласс.

На телескопе с зеркалом диаметром 1,88 м И. Гласс исследовал около 40 областей неба, где расположены рентгеновские источники. В 26 из них содержатся инфракрасные объекты, а в некоторых даже по два-три. Конечно, еще нельзя утверждать, что сделано 26 отождествлений — нужны дальнейшие кропотливые исследования. Не исключено, что несколько рентгеновских источников вполне надежно отождествляются со звездами-гигантами поздних спектральных классов. Свет этих звезд

может быть ослаблен межзвездной средой на 15–20 звездных величин! «Monthly Notices of Royal Astronomical Society», 1979, 187, 6.

ВСПЫШКА НОВОЙ * В СОЗВЕЗДИИ ТЕЛЬЦА?

В древних китайских хрониках упоминается необычная вспышка звезды в созвездии Тельца. Вспышка произошла в начале августа 396 года. Около двух месяцев рядом со скоплением Плеяды сияла желтая звезда. Затем она исчезла, а через три месяца, в декабре, появилась снова. Высказывались предположения, что это была вспышка сверхновой. Однако сотрудник Государственного астрономического института имени П. К. Штернберга Ю. П. Псковский считает, что китайские наблюдатели заметили вспышку новой звезды типа DQ Геркулеса.

Новых звезд такого типа известно всего несколько, и характеризуются они тем, что на кривой их блеска наблюдается глубокий минимум. Длительность пребывания новой звезды в минимуме блеска как раз составляет около 80 дней. Интересно, что в 1972 году американские астрономы открыли тесную двойную звезду V 471 Тельца примерно в той же области неба, где видели вспышку китайские наблюдатели. Согласно современным представлениям, новые звезды — тесные двойные системы, поэтому вполне вероятно, что именно вспышка звезды V 471 Тельца и наблюдалась в 396 году.

Блеск переменной звезды V 471 Тельца колеблется около 9,5 звездной величины. Если амплитуда вспышки в 396 году была такой, как у обычных новых (12–13 звездных величин), то в максимуме блеск достиг примерно –2 звездной величины. В момент вторичного возгорания новых типа DQ Геркулеса их блеск в среднем на 6,5 звездной величины меньше максимального. По-видимому, блеск новой звезды в 396 году после ее трехмесячного «исчезновения» равнялся примерно 4,5 звездной величины. С точки зрения наблюдателей, эти оценки выглядят вполне разумными. Если бы максимальный блеск новой был больше, то вспышка была бы видна днем, а при меньшем блеске звезды она вряд ли была бы снова замечена во время вторичного своего появления. По мнению Ю. П. Псковского, переменная V 471 Тельца заслуживает внимательного изучения, так как мы, вероятно, имеем возможность наблюдать новую спустя 16 столетий после вспышки.

«Письма в Астрономический журнал», 1979, 5, 8.



Астрономические наблюдения с высоким разрешением

ЧТО ТАКОЕ РАЗРЕШЕНИЕ ТЕЛЕСКОПА

Способность телескопов различать тонкие детали наблюдаемых объектов — разрешающая способность, или просто разрешение, — отнюдь не безгранична. Телескопическое изображение точечного источника света, например далекой звезды, не точка, а диск, его угловой размер и характеризует разрешающую способность. Все объекты (или детали объектов), которые меньше этого диска, выглядят в телескоп одинаково, они как бы «размазаны».

Что же ограничивает разрешение телескопов? Прежде всего, дифракция света. Если диаметр объектива телескопа D , а длина волны света λ , то изображение точечного источника «размазывается» в диск с угловым размером $\alpha = \lambda/D$ (α измеряется в радианах). Дифракция связана с волновыми свойствами света, ее «обмануть» нельзя, и потому разрешение телескопа не может быть лучше «дифракционного». У 6-метрового телескопа Специальной астрофизической обсерватории АН СССР размер дифракционного диска $0,018''$ (длина волны $5500 \text{ \AA}$). К сожалению, большие телескопы не дают и никогда не дадут таких малых изображений: ошибки изготовления их оптики и неспокойствие атмосферы «замывают» изображение куда сильнее, чем дифракция. Зеркала телескопа можно, конечно, изготавливать с надлежащей точностью, а вот атмосфера пока не в нашей власти. Астрономы выбирают для установки телескопов места с хорошим астроклиматом («Земля и Вселенная», 1968, № 4, с. 49—52.—

Астрономы давно рассматривают поверхность ближайшей к нам звезды — Солнца, но только в наши дни они увидели диски других звезд. Как удается наблюдать такие «мелкие» объекты?

Ред.). В таких местах удается получить иногда разрешение в $0,1''$ при визуальных наблюдениях. Но изображения слабых звезд на фотографиях неба редко бывают меньше $1''$ в диаметре, ибо за время экспозиции звезда испытывает множество быстрых случайных смещений, которые увеличивают размер ее изображения на снимке.

Уровень наших знаний о Вселенной во многом зависит от разрешающей силы телескопов. Если бы разрешение было в 10 раз хуже, чем сейчас, мы, например, не могли бы выделить отдельные звезды в ближайших галактиках, а далекие галактики представляли бы на фотографиях загадочными туманными пятнами. Значит, современные методы определения межгалактических расстояний оказались бы бессильны и размеры наблюдаемой области Вселенной остались бы неизвестны. Чем резче изображения звезд в крупном телескопе, тем легче их обнаружить на фоне неба. Следовательно, увеличив разрешение, можно будет регистрировать более слабые объекты, которые, как правило, особенно интересуют астрономов.

Теперь читателю понятно, что астрономам очень нужно высокое раз-

решение. Чтобы его добиться, так ли уж обязательно выносить инструменты за пределы земной атмосферы? Есть, оказывается, методы наземных наблюдений, которые позволяют увеличить разрешение в 10, 100 и даже в 1000 раз, несмотря на вредное влияние атмосферы. Расскажем о некоторых из них.

ИНТЕРФЕРОМЕТР МАЙКЕЛЬСОНА

Если два источника света испускают когерентные (согласованные) световые колебания, то в одних точках колебания складываются и усиливают друг друга, в других, наоборот, вычитаются и гасятся. Такое сложение световых колебаний называют **интерференцией**. Когда суммируются взаимно несогласованные колебания, то интерференция не возникает. Контраст интерференционных полос служит мерой согласованности световых колебаний, то есть мерой **когерентности** света.

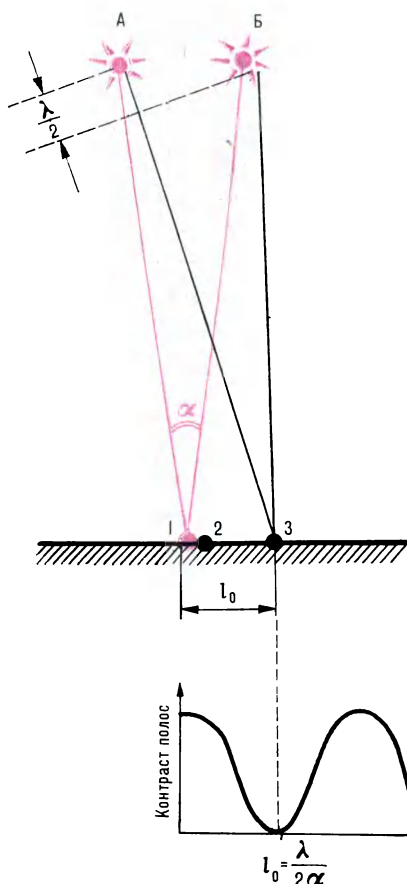
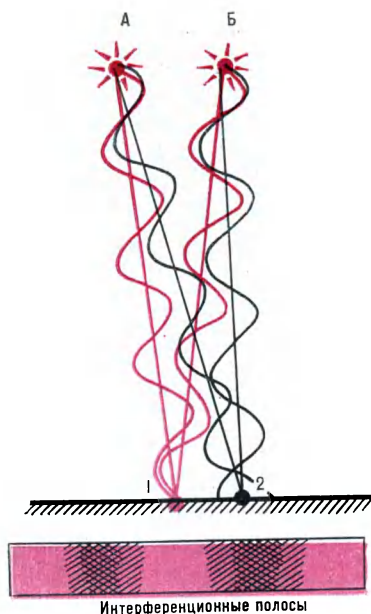
Оказывается, что можно судить о размерах и форме астрономического источника на основании когерентности его излучения. Для этого нужен оптический прибор — **интерферометр**. В нем «складывается» излучение объекта, пришедшее в две разные точки поверхности Земли, и измеряется контраст возникающих интерференционных полос. Расстояние между этими точками есть **база** интерферометра. Если источник точечный, то при любых базах его свет будет когерентным. Для источника конечных угловых размеров когерентность света зависит от длины и ориентации базы. Эта зависимость, которую определяют интерферометром, позволяет

исследовать размеры и форму объекта. Если β — угловой размер источника, то контраст полос начнет заметно уменьшаться при длине базы $l = \lambda/\beta$. Поэтому, чем больше база интерферометра, тем меньше β и тем лучше разрешение.

Зачем же астрономам отказываться от прямых наблюдений и изучать строение небесных тел косвенным методом — по интерференции света? Дело в том, что интерферометр имеет два очень важных преимущества. Во-первых, беспокойствие земной атмосферы заставляет интерференционные полосы дрожать и искривляться, но их контраст при этом не меняется. Значит, в принципе атмосфера не ограничивает разрешающую силу интерферометра. Во-вторых, сложение света можно осуществить и без телескопа, поэтому длина базы может значительно превышать диаметр самого крупного из телескопов и **разрешение будет очень велико.**

Выдающийся оптик А. Майкельсон первым применил в астрономии интерференционный метод, и теперь приборы, работающие по такому принципу, называют интерферометрами Майкельсона. В 1920 году он измерил диаметры нескольких ярких звезд. Для этого потребовалась база длиной 6 м. Поскольку такого большого телескопа тогда не было, световые пучки сводились вместе системой зеркал и интерференционные полосы наблюдались визуально («Земля и Вселенная», 1978, № 1, с. 52—59.—Ред.). Отметим исключительную сложность этих экспериментов: два луча света должны распространяться по трехметровым плечам интерферометра, длины которых различаются не более чем на 1 мкм! Кстати, точное равенство плеч — обязательное условие для получения интерференции в белом свете. Неудивительно, что в 30-х годах, когда Ф. Пиз построил 15-метровый интерферометр, на нем работали очень мало, и с тех пор долго никто не пытался повторить эти опыты.

В последнее время интерес к интерферометру Майкельсона снова возрос. Дело в том, что если построить такой прибор на современном техническом уровне, то, как показы-



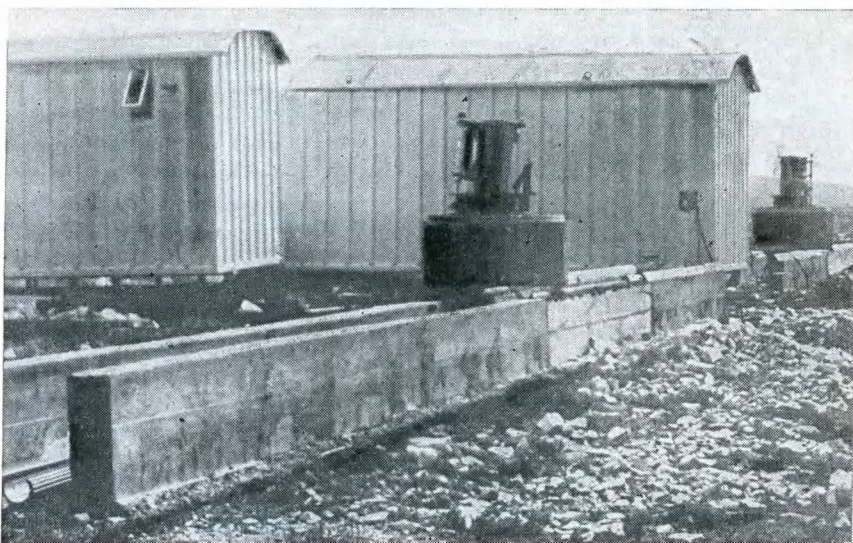
вают расчеты, можно будет наблюдать весьма слабые объекты. Интерферометр может состоять из нескольких отдельных телескопов диаметром 1—2 м каждый, посылающих пучки света к общему фокусу, где возникают интерференционные полосы. Их лучше регистрировать не визуально, а с помощью чувствительного телевизионного приемника света (такие приемники сейчас разрабатываются). Чтобы определить контраст интерференционных полос, мозг наблюдателя анализирует сложную и изменчивую картину полос, видимых глазом. Но с этой задачей, требующей быстрой обработки большого количества информации, лучше справится ЭВМ. Та же ЭВМ поможет уравнивать и плечи интерферометра, получая от лазерных измерителей длины информацию о положении телескопов.

Такой прибор еще не построен. В настоящее время ближе всего к цели группа французских ученых под руководством А. Лябейри. Им уже удалось создать прототип интерферометра с длиной базы до 20 м, но пока полосы наблюдают визуально.

Чтобы повысить разрешающую способность интерферометра, нужно удлинить его базу, но чем длиннее база, тем труднее работать и тем сильнее вредное влияние атмосферы. Видимо, осуществим интерферометр с базой 200 м (разрешение 0,001").

Сложение световых волн от двух когерентных источников А и Б. В точку 1 свет от источников приходит одновременно, и волны, складываясь, усиливают друг друга. В точку 2 свет от источника А запаздывает по сравнению с Б на половину длины волны, и колебания вычитаются

Интерференционные наблюдения двух некогерентных источников света А и Б (например, двойной звезды). Если сложить колебания источников, которые приходят в близкие друг к другу точки 1 и 2, то они будут когерентными и возникнут контрастные интерференционные полосы. От сложения света, попавшего в точки 1 и 3, полос не получится. При длине базы l_0 полосы исчезают

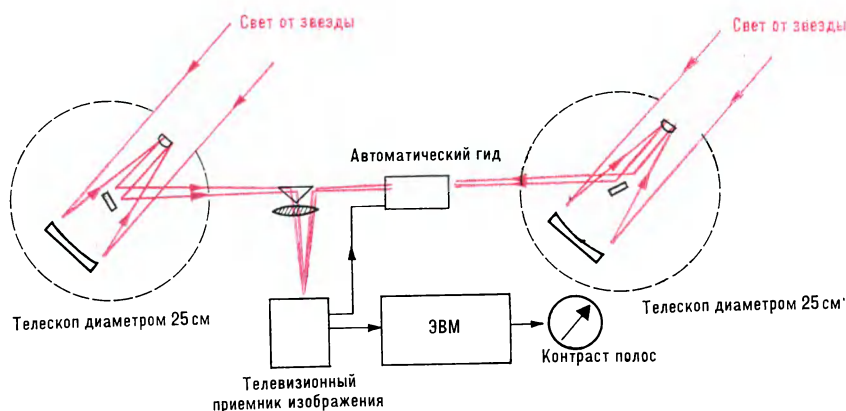


терференционной картины и быстроту ее изменений. Чем «запутаннее» полосы, чем быстрее они движутся, тем труднее их обнаружить и измерить, особенно, если звезда слабая. Атмосфера, которая уже не в силах повлиять на разрешающую способность интерферометра, как будто мстит за это снижением его проникающей силы, которая всегда намного хуже, чем во время прямых наблюдений. Вот почему важно устанавливать интерферометры (так же, как и большие телескопы) в местах с хорошим астроклиматом.

СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ

В 1970 году А. Лябейри предложил оригинальный вариант звездного интерферометра, названный **спекл-интерферометром** (spekle в переводе с английского — зернистость). Оказывается, лучи света, собираемого в фокусе телескопа, интерферируют друг с другом, усиливаются в одних местах поля зрения и гасятся в других. В результате изображение звезды в большом телескопе представляет собой совокупность мелких зерен (не следует путать их с зернистостью фотоземлюли). Вследствие движения воздуха в атмосфере зерна быстро изменяются, исчезая и появляясь, подобно пузырькам воздуха в кипящей жидкости. Астрономы так и говорят: «Изображение кипит». Если читателю доведется увидеть предметы, освещенные лучом лазера, то он наверняка заметит, что они сплошь покрыты мелкими переливающимися крупинками. Это и есть «спеклы», возникающие из-за когерентности лазерного света. Кстати, именно аналогия с лазерным лучом помогла астрономам разобраться в природе зернистых изображений, которые они давно наблюдали в своих телескопах, и использовать зернистость для получения высокого разрешения.

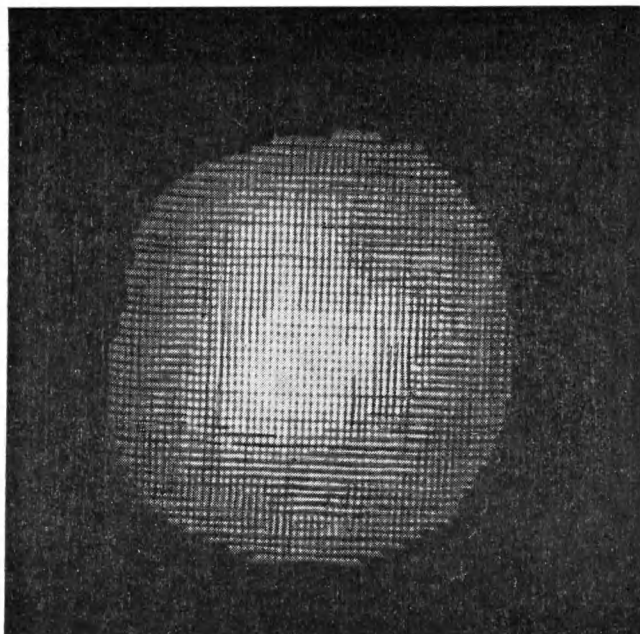
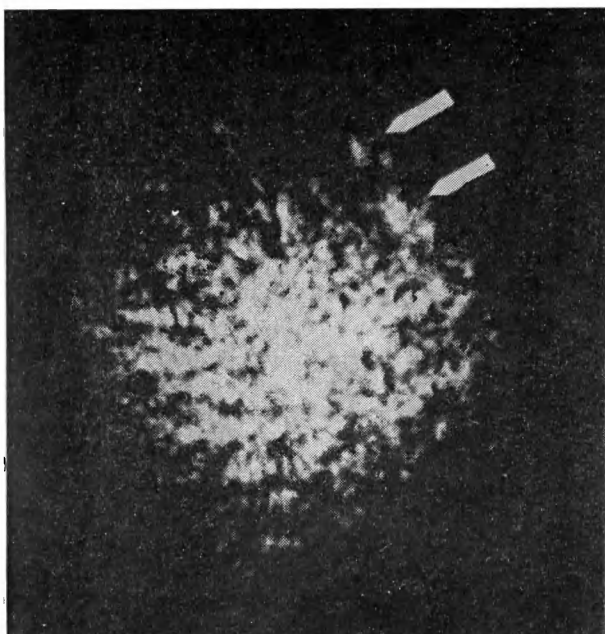
Каждое зерно в изображении «точечной» звезды похоже на дифракционный диск, который давал бы телескоп, если бы он был идеальным и над ним не простиралась бы атмосфера. Теперь представим себе, что видимый размер звезды больше, чем размер дифракционного диска; тогда



Экспериментальный интерферометр с базой 20 м, построенный под руководством А. Лябейри (Франция)

Схема интерферометра Майкельсона, создаваемого французскими астрономами. Два телескопа, расположенные на расстоянии до 20 м друг от друга, принимают излучение звезды и направляют его к телевизионному приемнику, где возникают интерференционные полосы. Изображение анализируется на ЭВМ

Но возможности прибора определяются не только разрешением, но и его проникающей способностью, то есть способностью наблюдать слабые объекты. Согласно оценкам, интерферометру доступны звезды 15-й величины и слабее. Мы сможем измерять диаметры более далеких звезд, исследовать тесные двойные звезды и даже некоторые внегалактические объекты, например квазары. Проникающая способность интерферометра зависит прежде всего от степени неспокойствия атмосферы: именно атмосфера определяет сложность ин-



и зерна в ее изображении будут крупнее, чем у точечного источника. Значит, по характеру зерен можно судить о форме и размерах объекта (в данном случае, размерах звезды)— вот основная идея спекл-интерферометрии. Например, если наблюдается двойная звезда, то у нее зерна будут располагаться парами, и каждая пара зерен — это изображение двух компонентов звезды.

Как же разобраться в хаосе «кипящего» изображения? На помощь приходит статистика. Если зарегистрировать и усреднить много зерен, то можно выявить их общие свойства несмотря на то, что отдельные зерна имеют случайную природу и видны очень непродолжительное время. Поэтому обрабатывают десятки и сотни отдельных кадров. Каждый снимок делается с короткой экспозицией (около $1/50$ с), чтобы зерна не успели измениться за это время. При такой экспозиции слабые звезды не получились бы на фотопленке, если бы яркость их изображений не повышали с помощью электронно-оптических преобразователей («Земля и Вселенная», 1968, № 3, с. 42—52.—Ред.). Усиление электронно-оптических преобразователей так велико, что даже

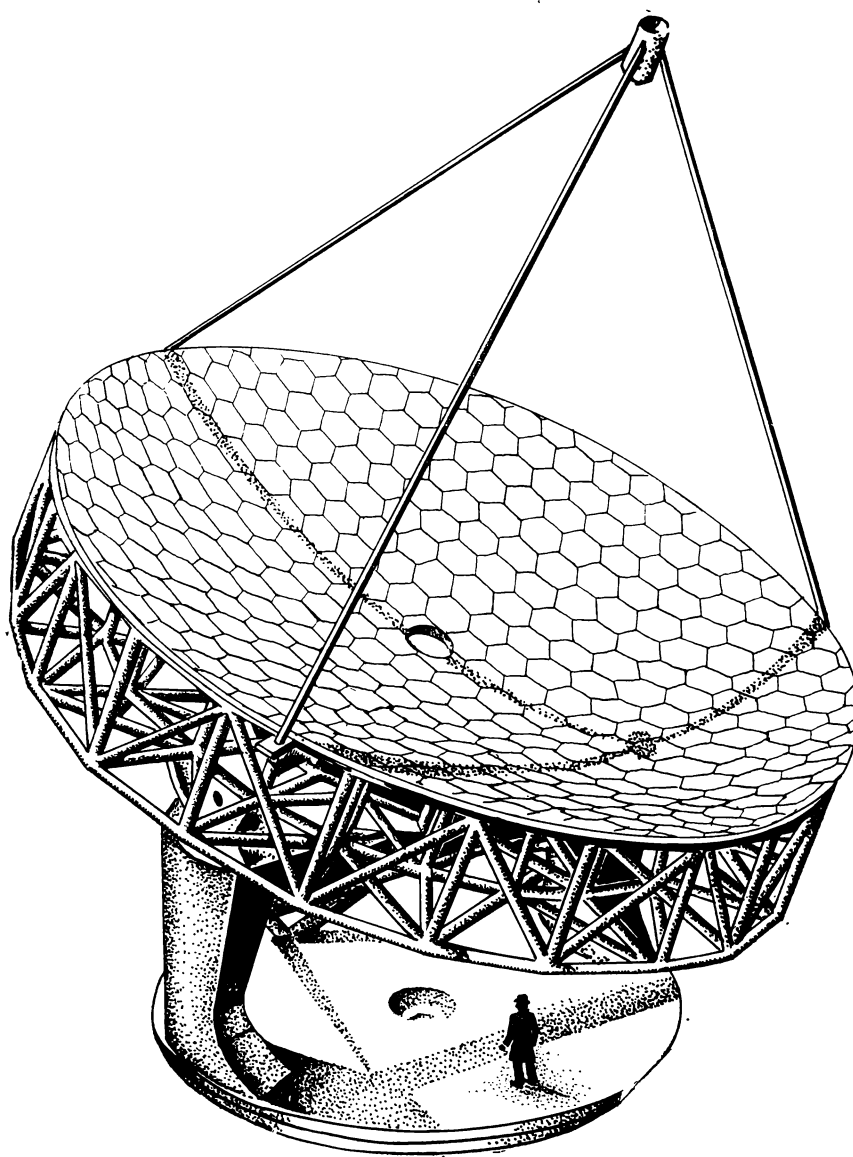
отдельные кванты света оставляют на пленке свой след в виде темных точек. Впрочем, еще лучше получать изображения с помощью специальных телевизионных приемников, которые тоже способны регистрировать отдельные световые кванты и превращать их в электрические импульсы. Именно квантовая природа света ограничивает чувствительность метода спекл-интерферометрии: для слабой звезды вместо изображения получается совокупность отдельных точек, отвечающих тем местам, куда попали

■
Изображение двойной звезды в большом телескопе. Хорошо видна его зернистость, причем зерна расположены парами. Расстояние между парами соответственных зерен и их ориентация в точности согласуются с положением компонентов двойной звезды (одна такая пара обозначена стрелками)

■
Изображение звезды Бетельгейзе, полученное методом спекл-интерферометрии. Изображение слишком «грубое», чтобы судить о структуре этого красного гиганта

световые кванты. Чем слабее звезда, тем меньше квантов приходит от нее, поэтому астрономы вынуждены увеличивать количество кадров, используемых для усреднения. Если, например, обрабатывать миллион снимков, то можно наблюдать объект, который посылает всего 1—2 кванта в каждый кадр. Конечно, чувствительность метода зависит и от беспокойства атмосферы. Расчет, учитывающий все эти факторы, показывает, что можно наблюдать звезды до 18—20-й величины (пока достигнута 14^m). Отметим, что и спекл-интерферометр и интерферометр Майкельсона обладают в принципе одинаковой проникающей способностью, определяемой квантовой и волновой природой света и свойствами атмосферы.

Спекл-интерферометрия весьма плодотворно применяется исследователями тесных двойных звезд. Опытные наблюдатели издавна используют для изучения ярких двойных звезд зернистый характер их изображения, который хорошо заметен глазом в средние и большие телескопы, и до сих пор орбиты тесных пар вычисляют исключительно на основе данных визуальных наблюдений. Спекл-интерферометрия поможет



узнать орбиты большого числа тесных двойных звезд с большей точностью. Среди них, безусловно, найдутся спектроскопические двойные системы, у которых взаимное обращение компонентов регистрируется по изменениям их лучевых скоростей. Спектроскопические наблюдения дают размеры орбиты в линейной мере (астрономические единицы), а спекл-интерферометрия — в угловой (секунды дуги). Сопоставление этих данных позволяет определить расстояние до звезды, что очень важно, ведь до сих пор существовал единственный прямой метод измерения звезд-

ных расстояний (тригонометрические параллаксы), применимый только к ближайшим звездам. Но основным результатом изучения орбит двойных звезд будет определение масс их компонентов. Пока число звезд с известными массами очень мало, но спекл-интерферометрия обещает существенно расширить их список.

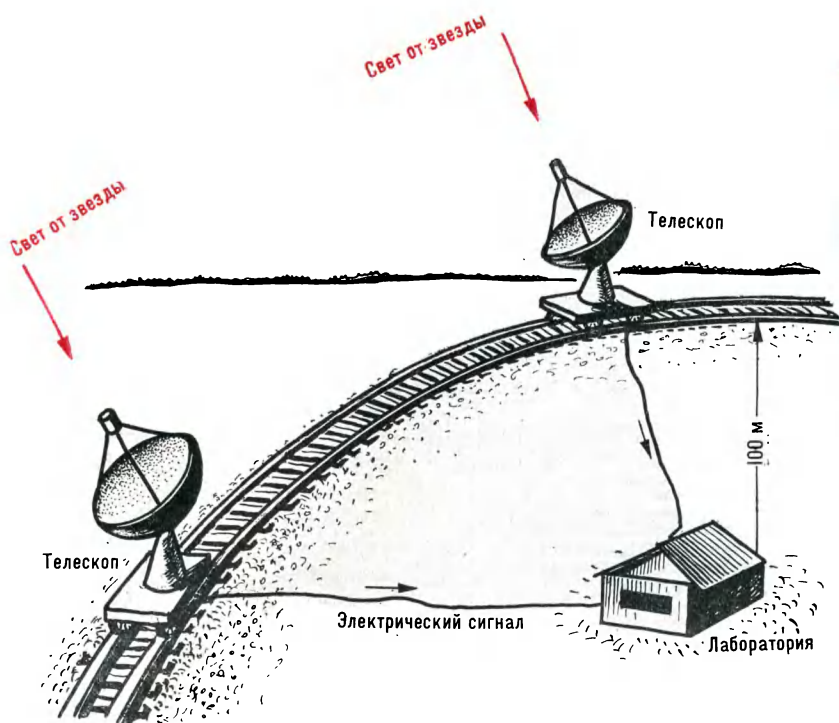
■ *Один из проектов 25-метрового оптического телескопа. Гигантская чаша состоит из сотен зеркал диаметром 1–2 м. Благодаря сложным системам регулировки все зеркала направляют свет к общему фокусу*

Спекл-интерферометрия помогла измерить диаметры отдельных звезд и выявить, что их диски ярче в центре и темнее по краям, подобно диску Солнца. Некоторые звезды, как оказалось, окружены светящимся газом. Удалось зафиксировать расширение газовой оболочки, сброшенной Новой Лебедя в 1975 году. Анализ зерен позволил измерить диаметр астероида Весты и построить изображение (правда, пока очень грубое) красного гиганта Бетельгейзе (диск Бетельгейзе выглядит не больше копеечной монеты, удаленной на 60 км от наблюдателя). Астрономы мечтают получить рассмотреть эту звезду, и если будет построен очень большой (25-метровый) оптический телескоп, то разрешение спекл-интерферометра возрастет в 5 раз и мы сможем разглядеть поверхность Бетельгейзе с той же подробностью, как видим сейчас Марс в наземные телескопы.

ИНТЕРФЕРОМЕТР ИНТЕНСИВНОСТЕЙ

Этот прибор предложили в 50-х годах английские ученые Х. Браун и Р. Твисс. В **интерферометре интенсивностей** сравниваются световые потоки, регистрируемые на двух телескопах. Световые колебания случайны, поэтому интенсивность света испытывает быстрые нерегулярные изменения. Если свет когерентен, то согласованы его колебания, а значит, и изменения интенсивностей. Вот эту согласованность, иначе говоря, **корреляцию** интенсивностей, и измеряют. Измерения позволяют судить о степени когерентности света, приходящего к двум телескопам, что, как мы видели, достаточно для определения угловых размеров источника света. Если два телескопа находятся друг от друга на расстоянии l , то разрешение составит λ/l , как и в интерферометре Майкельсона.

Итак, в интерферометре интенсивностей складываются не сами световые колебания, а электрические сигналы. Поэтому атмосферные искажения, которые вызывают искривление и смещение полос в интерферометре Майкельсона, здесь несущественны и базу интерферометра можно



сделать очень большой, получив таким образом высокое разрешение. Но есть у метода и серьезный недостаток — низкая чувствительность. Чтобы ее повысить, придется увеличить диаметр телескопов и сильно усложнить электронные схемы сравнения сигналов.

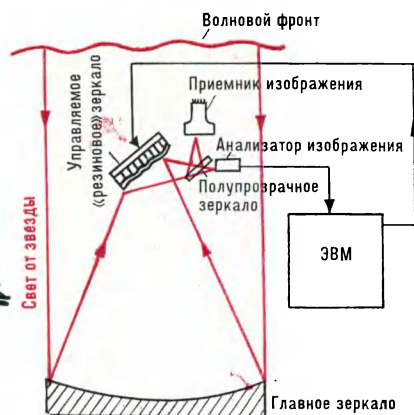
В Нарраби (Австралия) построен интерферометр интенсивностей с базой до 200 м и зеркалами диаметром 6,5 м (конечно, они значительно уступают по качеству обычным телескопам, но для интерферометра это неважно). Прибору доступны звезды до 2,5 величины. Уже измерены диаметры 32 звезд. Например, угловой диаметр Регула равен $0,00138''$, диаметр β Центавра — $0,00324''$, откуда, зная расстоя-

ние, можно вычислить, что линейные размеры этих звезд в 3,8 и 2,8 раза больше солнечного.

Планируется коренная перестройка прибора, чтобы увеличить чувствительность и число доступных ему звезд. Если база в 200 м обеспечивает разрешение $0,001''$, то для будущего интерферометра с базой 2 км разрешение окажется в 10 раз лучше, $0,0001''$! Но и новый вариант прибора сможет регистрировать звезды до 6,5 величины, так что он годится только для измерений диаметров сравнительно ярких источников. Дальнейшее повышение чувствительности в принципе возможно, но сопряжено с большими техническими трудностями.

Итак, среди инструментов, использующих интерференцию света, классический интерферометр Майкельсона представляется наиболее перспективным. Наряду с высоким разрешением, он обладает и высокой чувствительностью, что позволяет исследовать ряд интересных астрофизических задач, связанных с изучением двойных и одиночных звезд, а также некоторых внегалактических объектов (ядра галактик и квазары).

Схема интерферометра интенсивностей. Свет звезды, падающий на зеркала двух телескопов, преобразуется фотоумножителями в электрические сигналы, которые передаются по кабелю в лабораторию. Здесь размещена электронная аппаратура для определения корреляции сигналов. Зеркала смонтированы на платформах и могут передвигаться по рельсам, чтобы менять длину базы



АКТИВНАЯ ОПТИКА

Существует иной способ повысить угловое разрешение телескопа. В его основе — красивая и простая идея: скомпенсировать атмосферные искажения с помощью гибкого, как бы «резинового» зеркала. Такие устройства уже созданы, их называют **активной оптикой**. Искажения световых волн, вызванные атмосферой, измеряются довольно сложными оптическими устройствами в сочетании с фотоэлектрическими приемниками света. Затем электроника обрабатывает сигнал, и он поступает на гибкое зеркало, которое следит за меняющейся картиной искажений и компенсирует их. Гибкое зеркало — один из самых сложных и деликатных узлов всей системы. Такие зеркала, как правило, приводятся в действие пьезоэлектрическими элементами, число которых достигает 30; они и преобразуют электрический сигнал в деформации поверхности зеркала. Чтобы скомпенсировать влияние атмосферы на большие телескопы, требуются гибкие зеркала с сотнями пьезоэлектрических элементов. Хотя принцип активной оптики был высказан еще в 1953 году, только теперь уровень раз-

Схема телескопа с активной оптикой. Часть света, идущего от звезды, используется для анализа атмосферных искажений изображения. Эти искажения компенсируются «резиновым» зеркалом. Другая часть света, отраженная полупрозрачным зеркалом, дает изображение объекта, не искаженное атмосферой

вития техники позволил воплотить его в реальные устройства.

Согласно оценкам, чувствительность активной оптики не так высока, как у интерферометров, и даже при благоприятных атмосферных условиях активная компенсация осуществима по звездам не слабее 10-й величины. Кроме того, размер поля зрения, где искажения скомпенсированы, не превышает 10". Трудно предположить, что этот красивый метод будет использоваться в астрономии.

Таким образом, есть много способов достичь высокого разрешения, и все они, в сущности, основаны на интерференции света. Классическая интерферометрия (интерферометр Майкельсона и спекл-интерферометр) обладает весьма высокой чувствительностью, а потому именно она особенно широко применяется в астрономии. Но успех этих методов во многом зависит от уровня развития техники, ведь современный интерферометр — это комплекс сложной оп-

тики, высокоточной механики, фотоэлектрических приемников света и, конечно, электроники и вычислительной техники. Неудивительно, что интерферометрия — одна из самых сложных и интересных областей практической астрофизики. Развитие этой старой и в то же время молодой отрасли обогатит астрономию новыми данными.

МАГНИТОСФЕРА ГАЛАКТИКИ?

Сейчас ни у кого не вызывает сомнения, что напряженность магнитного поля в диске Галактики равна нескольким микрогауссам. Хуже изучено магнитное поле вне диска Галактики. В этих областях регистрируется нетепловое радиоизлучение, что и подтверждает существование магнитного поля. (Напомним, что нетепловое радиоизлучение генерируется релятивистскими частицами, движущимися в магнитном поле.)

Идея о существовании магнитного поля вне диска Галактики высказана С. Б. Пикельнером и И. С. Шкловским в 1957 году. Они предположили, что у Галактики имеется обширная (характерный размер несколько десятков килопарсек) корона из горячего газа с магнитным полем. Эта корона наблюдается как радиогало. Дальнейшие исследования показали, что размеры галактического радиогало меньше, но какие точно, пока установить не удалось.

Сотрудник Главной астрономической обсерватории АН УССР В. М. Липунов рассмотрел, как взаимодействует горячий межгалактический газ с магнитным полем Галактики. Он предположил, что вне диска Галактики существует крупномасштабное магнитное поле, генерируемое токами, которые текут в диске и, возможно, вне его. Напряженность магнитного поля в диске считалась постоянной и равной $2 \cdot 10^{-6}$ Э.

Согласно современным представлениям, средняя плотность межгалактического газа примерно 10^{-30} г/см³. В центре богатых скоплений галактик плотность газа составляет около 10^{-28} г/см³ при температуре 10^6 – 10^7 К. По своим характеристикам межгалактический газ похож на диамагнитную плазму. Межгалактическое магнитное поле не принималось во внимание, поскольку оно не превышает 10^{-8} Э.

Режим аккреции межгалактическо-

го газа на Галактику, по мнению В. М. Липунова, близок к сферически-симметричному. Набегающий поток межгалактического газа будет сжимать магнитное поле Галактики до тех пор, пока давление аккрецирующего потока не сравняется с давлением магнитного поля. В результате вокруг Галактики возникает замкнутая поверхность, вне которой нет магнитного поля, — **магнитосфера**. Ее размеры порядка 5–8 кпс, если плотность аккрецирующего межгалактического газа $(1-3) \cdot 10^{-29}$ г/см³ и напряженность магнитного поля на границе магнитосферы $(3-5) \cdot 10^{-7}$ Э. Внутри магнитосферы плотность галактического газа около $(2-8) \cdot 10^{-28}$ г/см³, а температура 10^6 К.

Поскольку вне магнитосферы Галактики нет магнитного поля, то очевидно, что размеры радиогало нетеплового радиоизлучения определяются размерами магнитосферы. Наблюдения нетеплового радиоизлучения Галактики позволяют уточнить размеры магнитосферы и определить параметры межгалактического газа.

Можно попытаться обнаружить магнитосферы и у ближайших галактик. Наблюдения нетеплового радиоизлучения помогут оценить размеры и форму магнитосферы, а наблюдения в мягком рентгеновском диапазоне должны выявить ударную волну, которая возникает в аккрецирующем межгалактическом газе вблизи магнитосферы.

«Астрономический журнал», 1979, 56, 5.

ПУЛЬСАЦИИ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЦА

Несколько лет назад сотрудники Крымской астрофизической обсерватории АН СССР обнаружили глобальные пульсации солнечной фотосферы с периодом 2 часа 40 минут (160 минут) и амплитудой 1 м/с («Земля и Вселенная», 1977, № 6, с. 36–39. — *Ред.*). Одновременно с таким же периодом изменяется солнечное оптическое радиоизлучение и, возможно, общее магнитное поле. Наблюдения, проведенные летом 1977 и 1978 годов А. Б. Северным, Н. Н. Ерюшевым, В. А. Котовым и Л. М. Цветковым в Крымской астрофизической обсерватории, показали, что со 160-минутным периодом проследить колебания и радиоизлучения Солнца.

Солнечное радиоизлучение принималось 22-метровым радиотелескопом в диапазоне волн от 1,9 до 3,5 см. Регистрировалось попеременно радиоизлучение от двух обширных участков солнечного диска — его центра и края. Анализ разностей радиояркостей в этих двух участках позволил выявить 160-минутную периодичность. Такие дифференциальные измерения практически исключают помехи, вносимые, например, земной атмосферой. На Солнце выбирались участки, не связанные с активными областями. Поэтому обнаруженные пульсации относятся к радиоизлучению спокойного Солнца и не имеют ничего общего с флуктуациями радиопотока от локальных источников — групп пятен или вспышек. Относительная амплитуда радиопульсаций в сантиметровом диапазоне около 0,001, что соответствует изменениям яркостной температуры примерно на ± 10 К. Для окончательного подтверждения пульсаций радиоизлучения требуются дальнейшие наблюдения.

«Письма в Астрономический журнал», 1979, 5, 10.



Доктор физико-математических наук
В. Б. БАРАНОВ

Солнечный ветер и межзвездная среда

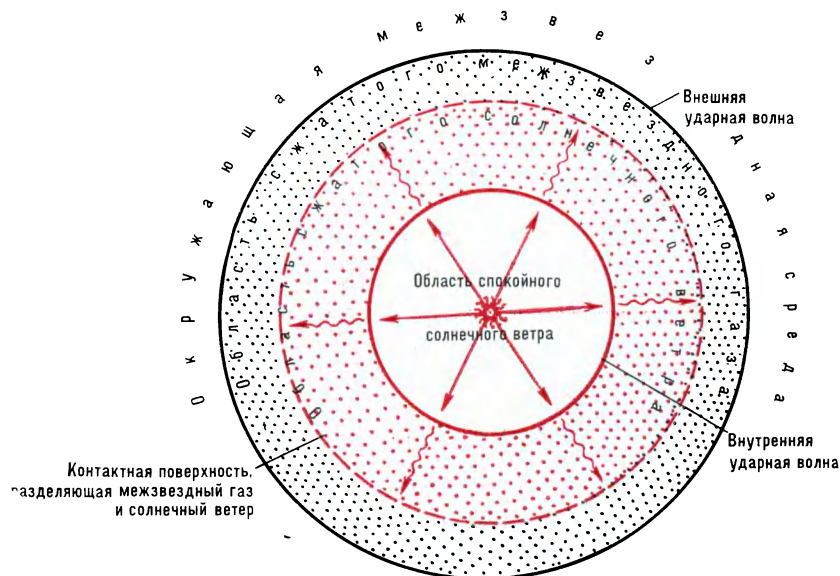
Потоки солнечной плазмы на больших расстояниях от Солнца тормозятся межзвездной средой. Как происходит такое торможение? Как межзвездная среда проникает в Солнечную систему? Теоретические модели сложного процесса взаимодействия и результаты спутниковых и наземных измерений космического излучения помогают ответить на эти вопросы.

ЗВЕЗДНЫЙ И СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР

Звездные атмосферы различны. Есть звезды, атмосферы которых находятся в гидростатическом равновесии: гравитационная сила уравновешивается градиентом давления газа. В атмосферах других звезд нет такого равновесия, и поэтому могут возникнуть условия, при которых атмосфера звезды или ее самые внешние слои будут расширяться. Возникающие при расширении сверхзвуковые потоки газа получили название **звездного ветра** (в отличие от «дозвукового» звездного бриза).

Частный случай звездного ветра — **солнечный ветер**. Прямые измерения его параметров уже более 20 лет осуществляются космическими аппаратами, но проводились они лишь вблизи плоскости эклиптики и в сравнительно небольшой области космического пространства — примерно между орбитами Меркурия и Юпитера.

Каковы же современные представления о солнечном ветре в отдаленных от Солнца областях, которые еще



недоступны для прямых измерений? Как взаимодействует солнечный ветер с межзвездной средой? Где находится область взаимодействия и какие физические процессы характерны для нее? Как эта область влияет на межпланетную среду и можно ли ее наблюдать? Ответы на эти вопросы во многом облегчат решение различных смежных проблем космической физики, связанных, например, с характеристиками межзвездной среды в окрестности Солнца, обогащением межпланетной среды атомами и молекулами из межзвездной

среды, условиями распространения космических лучей в околосолнечном пространстве.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА С МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДОЙ

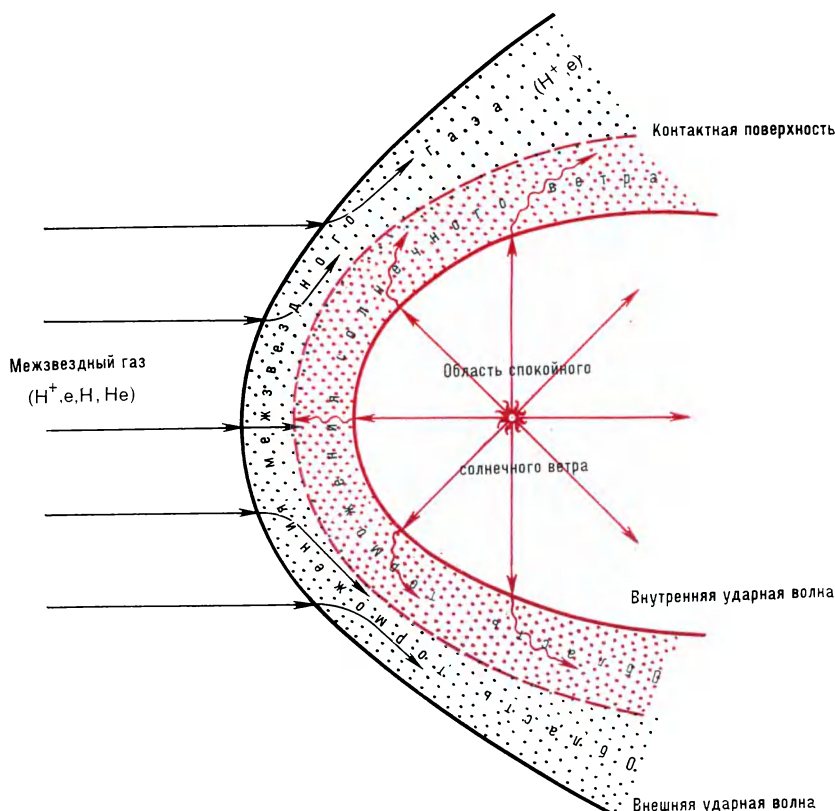
Как известно, солнечный ветер — это результат теплового расширения солнечной короны. Вытекающий из нее газ состоит в основном из протонов и электронов. Преодолев расстояние в несколько солнечных радиусов, потоки газа приобретают **сверхзвуковую скорость**. На некотором расстоянии от Солнца эта скорость становится постоянной. Но поскольку солнечный ветер проникает в межзвездный газ, он не может сохранять постоянную скорость на сколь

■
Взаимодействие солнечного ветра с неподвижной относительно Солнца межзвездной средой

удно больших расстояниях. Плотность сферически симметричного ветра падает обратно пропорционально квадрату расстояния от Солнца. Следовательно, на больших удалениях давление ветра оказывается недостаточным для продвижения в межзвездной среде, и он должен тормозиться. Если бы межзвездная среда не двигалась относительно Солнца, то торможение солнечного ветра от сверхзвуковой скорости до дозвуковой привело бы к образованию сферической ударной волны. При этом вся картина течения не могла бы быть, строго говоря, стационарной.

В реальных условиях положение и форма области, где солнечный ветер сильно тормозится, зависят от характера движения межзвездной среды относительно Солнца и от ее параметров. На торможение также могут влиять космические лучи и межзвездное магнитное поле. Как же движется межзвездная среда относительно Солнца? Солнце, находясь примерно в 10 кпс от центра Галактики, обращается вокруг него с линейной скоростью около 250 км/с. Солнце имеет еще хаотическую, или, как говорят астрономы, пекулярную, составляющую скорости относительно ближайших звезд, равную 20 км/с (эта скорость аналогична тепловым скоростям молекул в газе). Астрономы считают, что именно с такой скоростью движется межзвездный газ относительно Солнца.

Распределение L_{α} -квантов, измеренное, например, советскими космическими аппаратами «Марс-7» и «Прогноз-5» («Земля и Вселенная», 1979, № 2, с. 42—47.— Ред.), подтвердило наличие потоков межзвездного газа, движущегося относительно



Солнца со скоростью около 20 км/с. Но есть один факт, который пока не нашел объяснения. Согласно данным о распределении L_{α} -квантов, вектор скорости межзвездного газа лежит почти в плоскости эклиптики, в то время как направление хаотической скорости движения Солнца относительно ближайших звезд составляет с плоскостью эклиптики довольно большой угол (около 50°). Отсюда следует, что движение межзвездного газа относительно Солнца может быть обусловлено не только хаотической составляющей движения Солнца, но и движением самой межзвездной среды.

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ

Автор вместе со своими коллегами в последнее время разработал теоретическую модель взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой. Она основывается на следующих

двух важных фактах. Во-первых, солнечный ветер и межзвездная среда движутся относительно Солнца со сверхзвуковой скоростью. Для солнечного ветра это уже давно доказано экспериментально. Что же касается межзвездной среды, то расчеты и наблюдения показывают, что температура межзвездного газа в окрестности Солнца не превышает 10^4 К. Скорость звука в газе при такой температуре меньше 20 км/с, то есть меньше скорости, с которой движется межзвездная среда относительно Солнца.

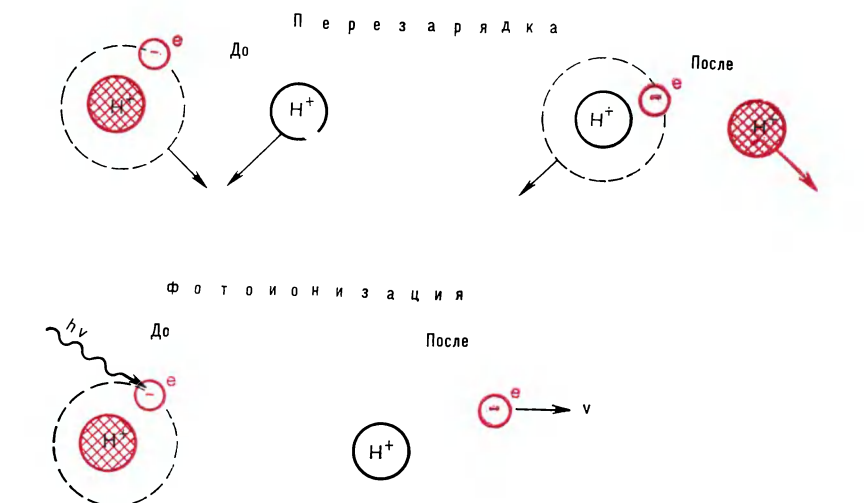
Во-вторых, длина свободного пробега нейтральных частиц, например атомов водорода, проникающих в солнечный ветер, почти в 100 раз больше длины свободного пробега заряженных частиц. Поэтому заря-

Взаимодействие солнечного ветра с межзвездной средой, движущейся со сверхзвуковой скоростью

женные частицы межзвездной среды гораздо раньше нейтральных атомов водорода будут останавливаться при столкновениях с электронами и протонами солнечного ветра. Нейтральные атомы водорода достаточно глубоко проникают в Солнечную систему, вызывая некоторое торможение солнечного ветра вследствие эффекта перезарядки, о чем будет сказано в дальнейшем.

Известно, что концентрация электронов и протонов в межзвездной среде ($0,03 \text{ см}^{-3}$) в несколько раз меньше концентрации атомов водорода. Но именно заряженные частицы наиболее существенным образом влияют на солнечный ветер, поскольку кулоновские взаимодействия заряженных частиц эффективнее взаимодействий между нейтральными и заряженными частицами. Поэтому, как показывают оценки, взаимодействие солнечного ветра с электронами и протонами межзвездной среды может быть описано методами, хорошо известными в гидроаэромеханике. Действительно, поскольку и солнечный ветер и межзвездная среда движутся относительно Солнца со сверхзвуковой скоростью, то при торможении этих двух потоков в каждом образуются **ударные волны**. (Из гидроаэромеханики известно, что скорость сверхзвукового потока не может понизиться до дозвуковой без образования ударной волны.) Через одну проходит солнечный ветер (внутренняя ударная волна), через другую — межзвездный газ (внешняя, или головная, ударная волна). Между ударными волнами заключена область, где солнечный ветер сильно взаимодействует с межзвездной средой. Внутри этой области располагается граница, отделяющая газ солнечного ветра от газа межзвездной среды, называемая **тангенциальным, или контактным, разрывом**.

Такая картина аналогична картине течения, которое возникает, например, при движении метеорита, летящего со сверхзвуковой скоростью в плотных слоях земной атмосферы: впереди него образуется головная ударная волна. В нашем случае роль метеорита играет солнечный ветер, а роль атмосферы — межзвездная



среда. Другой пример — картина обтекания магнитосферы Земли солнечным ветром. Здесь также образуется головная ударная волна, а тангенциальным разрывом служит граница магнитосферы — магнитопауза («Земля и Вселенная», 1979, № 4, с. 37—42.— Ред.).

Но вернемся к взаимодействию солнечного ветра с межзвездной средой. Между внутренней ударной волной и тангенциальным разрывом солнечный ветер сильно заторможен. Кинетическая энергия направленного движения потока переходит в тепловую. Температура газа в лобовой части почти достигает температуры области истечения, то есть температуры солнечной короны. Концентрация частиц здесь хотя и возрастает в несколько раз по сравнению с концентрацией в области до ударной волны, но (в силу ее убывания обратно пропорционально квадрату расстояния от Солнца) все же много меньше, чем концентрация заряженных частиц в межзвездной среде.

В области между внешней ударной волной и тангенциальной (контактной) поверхностью разрыва концентрация заряженных частиц также возрастает в несколько раз по сравнению с концентрацией межзвездной среды, а

температура торможения межзвездного газа в лобовой точке около 10^4 K . Таким образом, по одну сторону от тангенциальной поверхности разрыва находится **горячая** ($T \sim 10^6 \text{ K}$) и очень разреженная плазма солнечного ветра, а по другую — относительно **холодная** ($T \sim 10^4 \text{ K}$), сжатая ударной волной плазма сравнительно плотной межзвездной среды.

Численные расчеты показывают, что при типичных условиях в солнечном ветре и межзвездной среде, принятых в настоящее время, тангенциальная поверхность разрыва удалена от Солнца более чем на 100 а. е. Оценка расстояния между двумя ударными волнами дает величину того же порядка. Расстояние до области торможения, правда, сильно меняется в зависимости от условий в солнечном ветре и межзвездной среде. Например, с увеличением плотности межзвездной среды область взаимодействия «сдвигается» ближе к Солнцу.

Есть ли в настоящее время возможность наблюдать область взаимодействия солнечного ветра с заряженным компонентом межзвездной среды? Недавно автор вместе со своими коллегами пришел к выводу, что область между двумя ударными волнами можно обнаружить по **мерцанию** проходящего через нее **радиоизлучения от пульсаров и квазаров**. Мерцания создаются неоднородностями, которые попадают в область



взаимодействия из межзвездной среды. Основные особенности мерцаний, во-первых,— большой период (несколько сотен секунд) и, во-вторых, то, что они должны существовать только в окрестности лобовой части течения и отсутствовать в хвостовой (анизотропия мерцания). Правда, такие наблюдения пока еще не проводились.

НЕЙТРАЛЬНЫЕ ЧАСТИЦЫ

Как уже отмечалось, в межзвездной среде кроме заряженных частиц имеются в большом количестве и нейтральные, например атомы водорода и гелия. Есть и молекулы, но их там так мало, что они не оказывают никакого воздействия на солнечный ветер. Атомов водорода в несколько раз больше, чем протонов, но на качественную картину взаимодействия они не влияют. Имеющие большую длину свободного пробега, они глубоко проникают в солнечный ветер и либо гибнут при ионизации ультрафиолетовым солнечным излучением и перезарядке с протонами солнечного ветра, либо свободно проходят сквозь Солнечную систему, изменив свою траекторию под действием гравитации и радиационного давления Солнца.

В процессе перезарядки атом водорода при встрече с протоном отдает ему свой электрон и становится протоном. Бывший протон, принимая от атома электрон, становится атомом. Если летящий из межзвездной среды со скоростью 20 км/с атом водорода перезарядается протоном солнечного ветра, скорость которого 400 км/с, то в результате образуется быстрый

атом водорода (скорость 400 км/с) и медленный протон (скорость 20 км/с). Последний захватывается солнечным ветром и ускоряется. Расчеты показывают, что процесс перезарядки приводит к некоторому уменьшению скорости солнечного ветра. Не нарушая качественной картины течения, такой процесс лишь «приближает» к Солнцу область взаимодействия между ударными волнами.

Характер взаимодействия солнечного ветра с заряженным компонентом межзвездной среды может существенно влиять на проникновение нейтральных атомов в Солнечную систему, что, в свою очередь, может привести к изменению интерпретации измерений рассеянного L_{α} -излучения. Такие измерения — пока что единственный метод определения параметров межзвездной среды в окрестности Солнца. Проблема обогащения Солнечной системы атомами и молекулами из межзвездной среды сейчас широко обсуждается. Высказываются даже предположения, что нейтральные частицы, попадающие в Солнечную систему из межзвездной среды, могут изменить климат планеты.

Идею о возможном влиянии области взаимодействия заряженных компонентов между ударными волнами на проникновение в Солнечную систему атомов водорода недавно высказал английский ученый М. Уоллес. Действительно, если скорость протонов и атомов водорода в невозмущенной межзвездной среде относительно Солнца одинакова, то процесс перезарядки не будет играть никакой роли, поскольку при одинаковой скорости нельзя отличить перезаряженный атом от неперезаряженного. За внешней ударной волной, где заряженные частицы межзвездного газа тормозятся, а нейтральные продолжают лететь с прежней скоростью, перезарядка уже играет важную роль. В результате заторможенные протоны становятся медленно летящими атомами водорода, а бывшие быстрые атомы водорода, превратившись в быстрые протоны, начинают тормозиться солнечным ветром. Ясно, что такой процесс будет приводить к обеднению межзвездной среды ато-

мами водорода. Расчеты показывают, что этот процесс существенный, а это может сильно изменить наши нынешние представления об окосолнечной межзвездной среде, полученные в результате интерпретации L_{α} -излучения.

В последнее время проблема взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой стала привлекать внимание специалистов, изучающих космические лучи. Асимметрия солнечного ветра, вызванная обтеканием его межзвездной плазмой, влияет на характер распространения космических лучей в Солнечной системе и позволяет объяснить ряд наблюдаемых физических явлений.

В проблеме взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой пока еще много неясного. Поскольку космические аппараты в настоящее время летают только в плоскости эклиптики, до сих пор нет прямых экспериментальных доказательств того, что солнечный ветер сферически симметричен. Такое доказательство получено из косвенных наблюдений. О сферической симметрии ветра свидетельствуют хвосты комет, которые всегда вытянуты в сторону от Солнца.

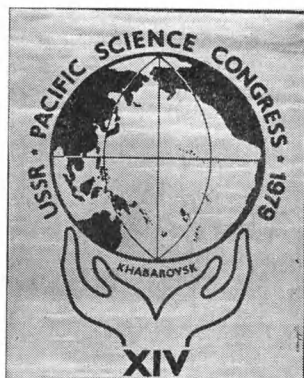
До конца также неясно, почему направление скорости нейтральных частиц межзвездной среды, определяемой по рассеянию L_{α} -излучения почти совпадает с плоскостью эклиптики, а не с пекулярным движением Солнца относительно ближайших звезд. Удивительным кажется совпадение величин этих скоростей (20 км/с).

Модель взаимодействия солнечного ветра с межзвездной средой и физические процессы, обусловленные этим взаимодействием, требуют, конечно, тщательной экспериментальной проверки. Полеты космических аппаратов, которые можно будет осуществлять не только в плоскости эклиптики, значительно расширят наши знания об окружающем космическом пространстве.



Ученый секретарь Оргкомитета
XIV Тихоокеанского научного кон-
гресса
Р. Б. МАМАЕВА

XIV Тихоокеанский научный конгресс



«Природные ресурсы Тихого океана — на службу человечества» — под таким девизом с 20 августа по 1 сентября 1979 года в Советском Союзе, в Хабаровске, проходил XIV Тихоокеанский научный конгресс. Конгресс был организован Академией наук СССР при участии Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, Академии медицинских наук, Московского университета, Министерства рыбного хозяйства и других организаций. Участники конгресса получили приветствия от Советского правительства, Генерального секретаря ООН и нескольких других международных организаций.

Значение Тихого океана в жизни Земли огромно. Мировой океан занимает почти 70% ее поверхности, и больше половины водного пространства приходится на долю Тихого океана. Он регулирует жизненные процессы Земли, формирует климат, управляет режимом ветров, служит источником влаги и аккумулятором тепла. Тихий океан — неисчерпаемая сокровищница всех известных химических элементов, биологических, минеральных и энергетических ресурсов. Но для того, чтобы изучить и рационально использовать эту сокровищницу, требуются огромные затраты и кооперация ученых многих стран.

К мысли о международном сотрудничестве в освоении Тихоокеанского региона ученые пришли давно. Еще в 1920 году на Гавайских островах в Гонолулу собрались представители десяти стран, чтобы обсудить и составить программу исследований. Так родилась Тихоокеанская научная ассоциация. Поставив перед собой вы-

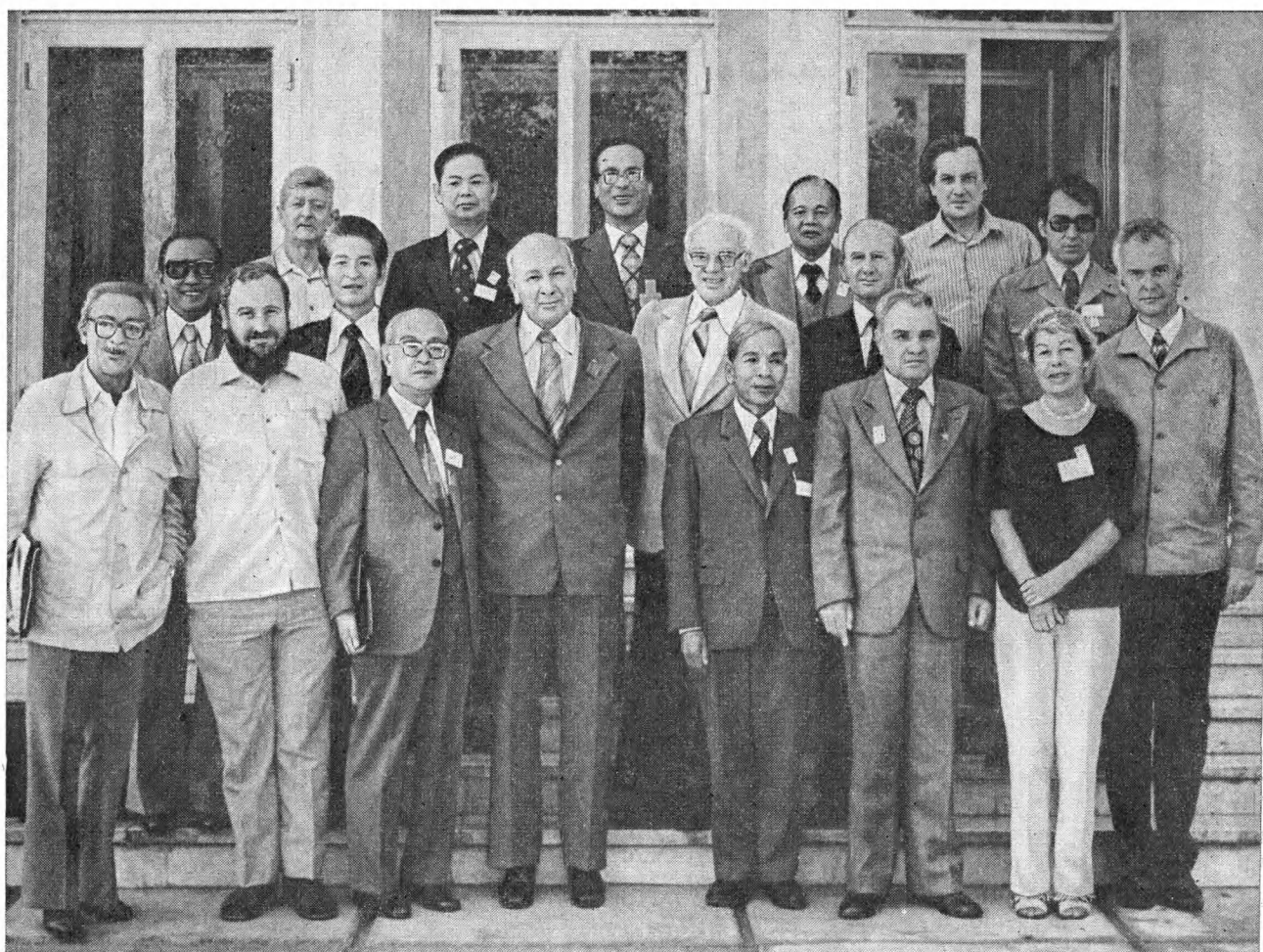
сокогуманные цели — способствовать исследованиям, особенно тех проблем, которые направлены на повышение благосостояния людей, ассоциация вскоре превратилась в авторитетный научный орган (сейчас в ней сотрудничает 51 страна). Каждые четыре года ассоциация проводит научные конгрессы и периодические межконгрессные заседания. Для решения наиболее важных проблем работают постоянные научные комитеты. Ассоциация играет роль консультативного органа для многих международных организаций.

Академия наук СССР вступила в Тихоокеанскую научную ассоциацию в 1926 году. С тех пор советские ученые внесли большой вклад в освоение Тихоокеанского региона. Признанием этого вклада и было решение провести XIV Тихоокеанский научный конгресс в Советском Союзе.

Среди 1700 участников конгресса, прибывших из 46 стран мира, были представители не только Тихоокеанской научной ассоциации, но и мно-

гих других организаций, в том числе ЮНЕП (Программа исследований окружающей среды Организации Объединенных Наций), ЮНЕСКО, ВОЗ (Всемирная Организация здравоохранения), Международного фонда по народонаселению. Девиз конгресса привлек к участию в нем крупных зарубежных ученых (таких, как лауреат Нобелевской премии профессор К. Гайдушек, президент Академии наук Канады Р. Фолинсби, президент Академии наук Франции М. Фонтен, глава японской школы океанографии К. Хидака) и многих ведущих советских ученых. Президентом конгресса был избран вице-президент АН СССР академик А. В. Сидоренко, а его первыми заместителями — председатель Дальневосточного центра АН СССР академик Н. А. Шило, директор Института востоковедения АН СССР академик Е. М. Примаков, директор Института океанологии АН СССР член-корреспондент АН СССР А. С. Монин и член-корреспондент АН СССР А. А. Геодекян. Впервые в таком представительном форуме участвовало много специалистов из стран социалистического содружества и молодых развивающихся государств.

На конгрессе было зачитано и обсуждено около 1500 докладов, среди них несколько докладов, подготовленных совместно учеными из разных стран. О широте решаемых проблем говорит простое перечисление научных комитетов: «Охрана и защита окружающей среды», «Твердая оболочка Земли», «География», «Экосистемы Тихоокеанских островов», «Морские науки», «Коралловые рифы», «Ботаника», «Лесоводство», «Энтомология», «Социальные и гумани-



тарные науки», «Медицина и здравоохранение», «Научные связи и образование», «Питание».

Конечно, в одной статье невозможно осветить все обсуждавшиеся на конгрессе проблемы. Ограничимся лишь наиболее интересными, касающимися наук о Земле.

Одна из актуальнейших проблем Тихого океана — защита его от за-

грязнения. Она-то и была в центре внимания конгресса, причем рассматривалась она и в новых аспектах — медицинском и социальном. Большое внимание уделялось научным основам предотвращения загрязнения. Интересные результаты получены советскими и зарубежными учеными по исследованию загрязнения Тихого океана, в частности, тяжелыми металлами (особенно кадмием, кобальтом, ртутью и серебром), хлорированными и нефтяными углеводородами.

Широко обсуждалась программа наблюдений химического загрязнения, новые методы и средства борьбы с ним. С большим интересом были встречены доклады симпозиума «Биологические последствия за-

грязнения морской среды». Вызывают тревогу осложнения экологической обстановки Тихоокеанского региона. В частности, под влиянием загрязнений у берегов Японии и Таиланда стали появляться ядовитые водоросли (красные приливы), нарушается также сообщество коралловых рифов.

Участники конгресса приняли ряд практических рекомендаций. Например, под эгидой нескольких международных организаций в 10—15 открытых районах Тихого океана предлагается организовать систематические долгопериодные наблюдения за фоновыми уровнями изменения среды по программам «Биосферные заповедники» и «Мониторинг фоновых уровней загрязняющих веществ».

На конгрессе обсуждались вопро-

■
Члены исполнительного совета Тихоокеанской научной ассоциации. В первом ряду, в центре, — президент XIV Тихоокеанского научного конгресса академик А. В. Сидоренко (СССР). Вторая справа — генеральный секретарь Тихоокеанской научной ассоциации Б. Бишоп (Новая Зеландия)

сы охраны животного мира и экосистем в различных географических зонах. Ученые обратились с призывом к МСОП (Международный союз охраны природы) и ЮНЕП приступить к разработке Международной конвенции об охране природы Тихоокеанского региона.

На XIV конгрессе была представлена программа комитета «Твердая оболочка Земли». По существу это был маленький геологический конгресс под председательством академика Н. А. Шило. На семи секциях обсуждалось глубинное строение Тихого океана и его материкового обрамления; континентальные окраины, островные дуги и структурные элементы дна; магматические и метаморфические комплексы в структуре Тихоокеанского кольца; геохимическая модель земной коры, верхней мантии в зонах перехода от континента к Тихому океану; энергетические ресурсы Тихого океана и т. д. Среди участников были видные советские ученые: академики В. В. Меннер, Б. С. Соколов, члены-корреспонденты АН СССР Ю. М. Пуцаровский и А. П. Лисицын, профессор Р. Фолинсби (Канада), профессор В. Бейтман (США) и др.

Сотрудники Геологического института АН СССР и Северо-восточного комплексного научно-исследовательского института продемонстрировали участникам конгресса тектоническую карту масштаба 1:2 500 000, позволяющую проследить эволюцию земной коры с древнейших времен. Представлен был также макет международной карты Циркум-Тихоокеанского магматизма. Ее составляют по инициативе советских ученых. Тихоокеанский институт океанологии Дальневосточного научного центра АН СССР подготовил к конгрессу геологическую карту Японского моря — это первая карта окраинных морей Тихого океана. Прекрасным дополнением к научным заседаниям комитета «Твердая оболочка Земли» были научные экскурсии на Колыму, Алдан, Омолон, Северный и Южный Сахалин, а также в центральные районы Магаданской области.

Комитеты «География» и «Экосистема Тихоокеанских островов» боль-



шинство заседаний проводили совместно, в заседаниях приняли участие видные советские и зарубежные ученые: академик И. П. Герасимов, член-корреспондент АН СССР В. К. Контримавичус, профессора Г. А. Агранат, Ю. П. Баденков, А. Г. Воронов, П. А. Каплин, Ю. Г. Пузаченко (СССР), Ч. Флеминг (Новая Зеландия), Д. Уорд (Австралия), Д. Мюллер-Домбуа (Гавайи), Р. Форс (США), Д. Стоддарт (Англия), А. Гильшер (Франция), представитель ЮНЕСКО Ф. ди Кастри. Обсуждались актуальные проблемы современной географии и экологии. Среди них — развитие и организация островных и приокеанических экосистем и их биотических компонентов; развитие современного оледенения; научные основы географических прогнозов охраны природной среды при хозяйственном освоении территорий, происхождение, геоморфология и возраст океанических островов и других подводных форм рельефа.

Впервые в рамках Тихоокеанской научной ассоциации был организован симпозиум по вопросам почвоведения. Проблемы эти изучаются для того, чтобы повысить эффективность использования земель для сельского хозяйства и обеспечить продовольствием население стран Тихоокеанского региона. Большой интерес вызвали также симпозиумы «Мониторинг островных экосистем» (мониторинг — длительные целенаправленные наблюдения) и «Проблема Галапагос», организованные зарубежными учеными.

На Тихоокеанском научном конгрессе работал комитет «Морские науки». Именно от исследований в

области морских наук зависит освоение природных богатств Тихого океана. Заседания проводились по четырем секциям: физическая океанология, морская биология, биологическая продуктивность Тихого океана и морская геология. Председателем комитета был директор Тихоокеанского океанологического института член-корреспондент АН СССР В. И. Ильичев, а его заместителями — члены-корреспонденты АН СССР А. С. Мошин и А. В. Жирмунский, профессора П. А. Моисеев и К. В. Беклемишев, доктор биологических наук С. М. Коналов.

Важные научные результаты складывались на заседаниях секции физической океанологии. Они говорят о том, что за последние годы удалось значительно продвинуться в понимании процессов, определяющих динамику океана и его взаимодействие с атмосферой. Особенно нужно отметить успехи в исследовании океанической турбулентности, тонкой структуры полей и внутренних волн в океане. Из-за всех этих процессов, как было показано, ни один из районов Тихого океана не может быть местом захоронения радиоактивных веществ.

Новая информация получена об океанических течениях. Здесь интересны данные, раскрывающие тайну загадочного теплого течения Эль-Ниньо, время от времени появляющегося у берегов Перу и наносящего ущерб населению этого района (более чем в 10 раз снижается вылов анчоуса — основного промыслового объекта на этом побережье). Большие успехи достигнуты также в изучении синоптических вихрей («Земля и Вселенная», 1979, № 3, с. 14—18.—Ред.), в моделировании и экспериментальном изучении тайфунов, моделировании и прогнозировании цунами. Над последними двумя проблемами совместно работают советские, японские и американские ученые.

Интересные результаты относятся к использованию энергетических ресурсов Тихого океана, особенно его тепловой и приливной энергии. В последние годы возникло новое направление исследований в океане в



области физики высоких энергий, нейтринной астрономии, физики взаимодействия космического излучения с водой океана. Все эти проблемы включены в международный проект ДЮМАНД («Земля и Вселенная», 1979, № 1, с. 13—16.—Ред.). С разработкой проекта связаны достижения, далеко выходящие за рамки океанологии и важные для понимания фундаментальных свойств материи.

Ценные материалы докладывались на двух биологических секциях комитета «Морские науки». Особенно нужно подчеркнуть аспекты, отвечающие девизу конгресса — природные ресурсы на благо человечества. Биологи показали реальную возможность увеличения ежегодного вылова морских продуктов с 30 до 50 млн. тонн за счет новых объектов промысла и новых промысловых районов. Особого внимания здесь заслуживает предложение об исследованиях в районах срединно-океанических хребтов, под-

водных гор и других возвышенностей. Эти районы отличаются повышенной биопродуктивностью и могут стать весьма перспективными в промысловом отношении.

Определенные успехи достигнуты в одной очень важной отрасли биологии — марикультуре, то есть искусственном выращивании морских продуктов на подводных фермах («Земля и Вселенная», 1978, № 2, с. 46—51.—Ред.). Ученые показали, что реально здесь можно получить примерно тот же объем продукции, что и при вылове. На Гавайских островах, к примеру, выращивается 80% всего мирового объема марикультур. Заслуживает внимания также опыт искусственного выращивания лосося в Британской Колумбии (Канада).

Много принципиально новых данных было продемонстрировано на заседаниях секции морской геологии. Исследователи установили, например, что срединно-океанические хребты поставляют на океаническое дно эндогенные вещества и участвуют в образовании рудных концентраций. Отмечалось исключительное значение глубоководного бурения, которое уже сейчас перевернуло представления об истории Тихого океана.

Заседания комитета «Коралловые рифы» были посвящены обсуждению происхождения и эволюции коралловых рифов и новой оценки биологического потенциала рифов. В резолюциях комитет призвал запретить международную торговлю кораллами, так как вырубка кораллов приводит к пагубным экологическим последствиям в этих районах.

Теперь, когда расширяется международное научное сотрудничество, большое значение приобретает работа комитета «Научные связи и образование». Поэтому не случаен интерес, который вызвала проблема изучения и внедрения опыта Международного института системного анализа в Вене и Восточно-Западного центра в Гонолулу. Они используют телесвязь и, особенно, технику связи с помощью ЭВМ для облегчения совместной исследовательской деятельности ученых, работающих в различных районах.

Одной из важных резолюций комитета была также рекомендация разработать единые учебные программы, особенно для развивающихся стран в области рыболовства, охраны окружающей среды и марикультуры.

XIV Тихоокеанский научный конгресс прошел в обстановке доброжелательности, свободного и открытого обмена мнениями. Участники приняли ряд важных резолюций, в том числе резолюцию «За сотрудничество и использование природных ресурсов на благо человечества». Ученые послали ответное приветствие Советскому правительству и благодарность Хабаровскому городскому Совету народных депутатов и жителям Хабаровска за прекрасную организацию работы конгресса и создание условий для отдыха его участников.

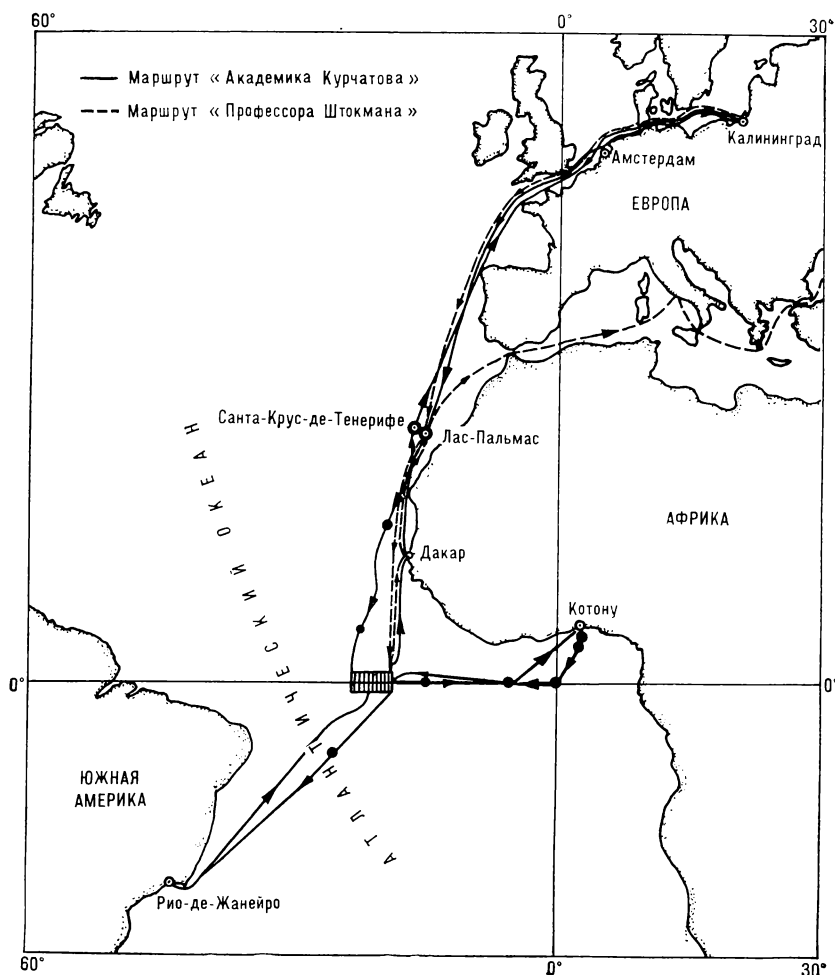
Вновь избранный президент Тихоокеанской научной ассоциации новозеландский ученый Д. Майлз (в центре) беседует с группой ученых



ЭКСПЕДИЦИИ

Кандидат физико-математических наук
В. И. ВОЙТОВ

28-й рейс «Академика Курчатова»



Лет сорок назад журналисты с молчаливого одобрения метеорологов и синоптиков ввели в обиход выражение: «Арктика — кухня погоды». Атмосферные процессы, царящие в самых высоких широтах, были тогда плохо известны, а вторжения холодного арктического воздуха имели столь серьезные последствия, что не-

вольно думалось: да, именно в Арктике «готовится» погода. Затем всепланетной «кухней погоды» стали счи-

■
Маршрут экспедиции по программе ПГЭП (экваториальный полигон заштрихован). Черные кружки — пункты, где проводились измерения

тать тропики, энергетическое значение которых действительно очень велико. И все же правильнее было бы сказать, что погода «готовится» на всем земном шаре. Несколько лет назад была выдвинута международная Программа исследования глобальных атмосферных процессов (ПИГАП). Главная ее задача — создать научные методы долгосрочного прогноза погоды и физические основы теории климата. Для решения этой задачи океанологические наблюдения не менее, а может быть, даже более важны, чем атмосферные.

К выполнению ее начального этапа, получившего название Первый глобальный эксперимент программы (ПГЭП) приступили в самом конце 1978 года, а завершился он в ноябре 1979 года. Десятки научно-исследовательских судов из разных стран проводили одновременные наблюдения над процессами, протекающими в атмосфере и океане. Наиболее важной частью ПГЭП были наблюдения в тропиках Атлантического, Тихого и Индийского океанов.

НА ЭКВАТОРИАЛЬНОМ ПОЛИГОНЕ

Больше всего научных судов, участвовавших в эксперименте ПГЭП, работало в Атлантике. В их числе был и «Академик Курчатов», принадлежащий Институту океанологии АН СССР. Экспедицией на этом судне, длившейся с февраля по май 1979 года, руководил член-корреспондент АН СССР А. С. Монин. Научный состав «Академика Курчатова», оснащенного самыми современными приборами и аппаратурой для изучения про-

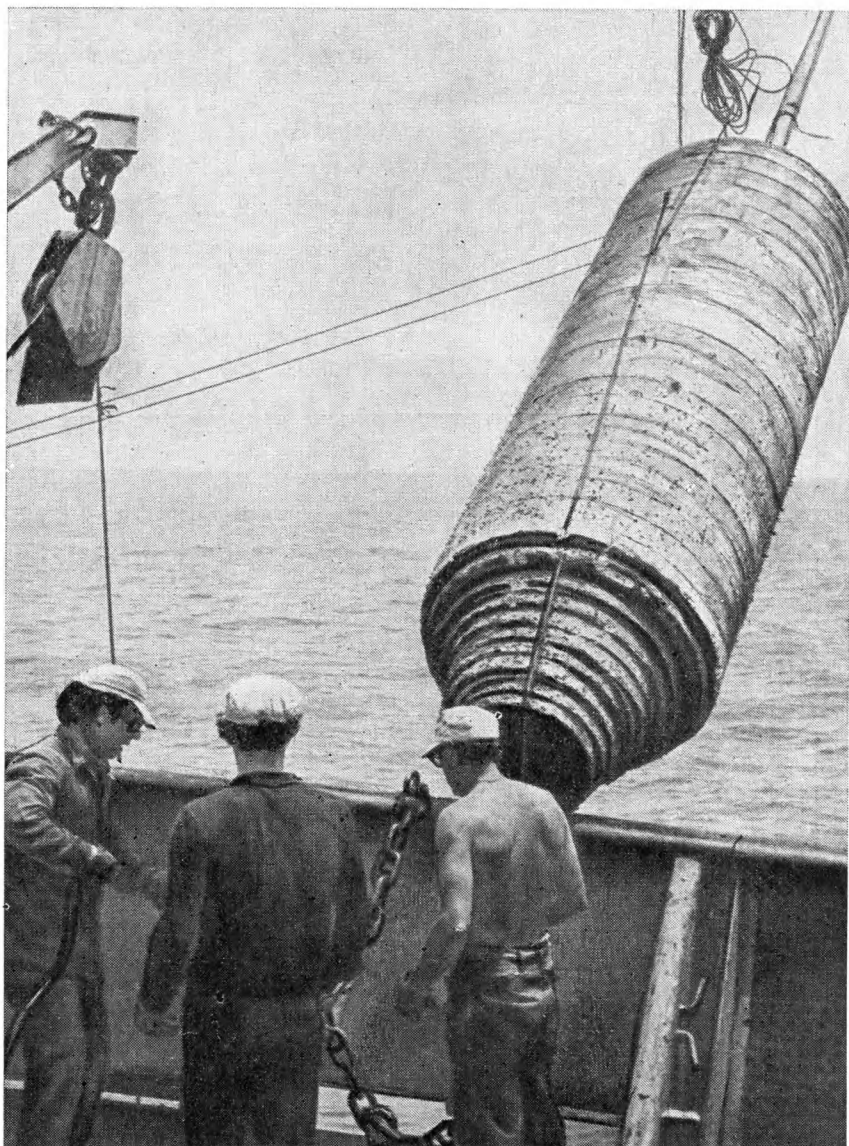
цессов в океане, выполнял большую океанологическую программу.

Одновременно с «Академиком Курчатовым» в этом районе Атлантики работало новое академическое судно «Профессор Штокман», на котором кроме обычных гидрологических выполнялись тонкие гидрофизические исследования.

Если основные суда в проведении эксперимента фактически выполняли лишь функции платформы (атмосферные измерения с них велись в одной и той же точке океана), то для «Академика Курчатова» и «Профессора Штокмана» был организован **долгосрочный гидрофизический полигон** из двух меридиональных разрезов, пересекающих экватор (на $18^{\circ}30'$ и $23^{\circ}30'$ з. д. с размахом по меридиану от 2° с. ш. до 2° ю. ш.). Вдоль каждого разреза устанавливались пять автоматических буйковых станций с гирляндой измерителей течений. Суда совершали «челночную операцию» на разрезах, проводя одновременно океанологические и атмосферные наблюдения.

Гидрофизические измерения, сделанные в экспедиции, дали интересную информацию об экваториальных течениях и, прежде всего, о глубинном **течении Ломоносова**. Открыто оно было советскими океанологами в 50-х годах. За два десятка лет о нем накоплено немало сведений: течение направлено на восток и прослеживается в Атлантике под Южным Пассатным течением; в его стрекне почти на 75-метровой глубине скорость перемещения водных масс достигает 110 см/с.

Однако непрерывные 50-суточные наблюдения на полигоне с борта «Академика Курчатова» принесли много новой информации об этом экваториальном противотечении. Обоснованно о ней можно будет судить только после тщательного анализа и детальной обработки полученных данных. Сейчас мы расскажем лишь о главных результатах. Нам удалось наблюдать уникальное явление. Во второй половине марта на восточном разрезе ($18^{\circ}30'$ з. д.) и в первые три недели апреля на западном ($23^{\circ}30'$ з. д.) **течение Ломоносова** (перенос вод на восток во всей 200-мет-



ровой толщине) **наблюдалось на поверхности**. По-видимому, подъем глубинного течения связан с процессами, разыгрывающимися в атмосфере. Наиболее уверенно зарегистрировать это необычное для океанологов явление удалось 7—8 апреля на западном разрезе. Выход течения наверх можно объяснить сменой юго-восточного пассатного ветра на ветер западного направления силой до 7 м/с.

Ось течения Ломоносова, как показали измерения, испытывает вер-

тикальные колебания, достигающие 30—40 м. Положение самого течения отчетливо проявляется в поле многих гидрологических, гидрохимических и оптических характеристик морской воды, что дало возможность наметить **новые индикаторы** течения Ломоносова.

■
Постановка автоматической буйковой станции для измерения течений
Фото О. М. Фионова

Кроме того, удалось обнаружить, что все течения экваториальной системы в 500-метровой водной толще имеют **меандры** («Земля и Вселенная», 1979, № 3, с. 14—18.—Ред.), амплитуда которых по широте достигает 30', а период около 12—16 суток.

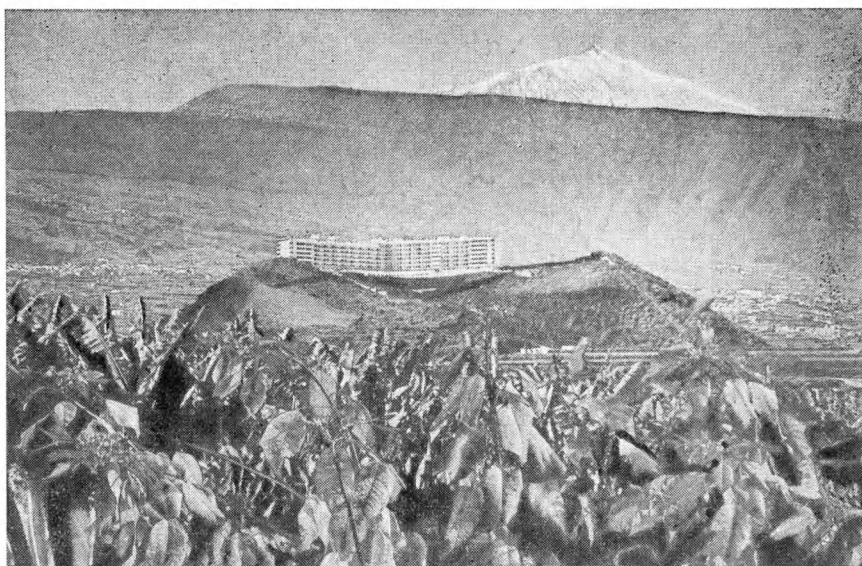
С борта «Профессора Штокмана» исследовались детальные гидрофизические характеристики поверхностной толщи вод. Оказалось, что над ядром течения Ломоносова (область наибольших скоростей) развита микроструктура динамического происхождения и повышенная турбулизация, а под ним — микроструктура типа «соленых пальцев» и также повышенная турбулизация. По бокам течения были выявлены инверсионные по температуре соленые слои, которые формируются под влиянием конвекции.

ДРЕВНЯЯ

АБОМЕЙСКАЯ ЗЕМЛЯ

19 апреля 1979 года «Академик Курчатов» зашел в Котону — крупнейший порт Народной Республики Бенин, расположенной в Экваториальной Африке. С 1960 по 1975 год эта страна называлась Республикой Дагомея, а еще раньше около 90 лет она была французской колонией. Теперь в стране проводится политика национальной независимости, национализированы банки, заводы, фабрики, ликвидируется неграмотность. Котону, раскинувшийся вдоль побережья Гвинейского залива, — город преимущественно двухэтажный, хотя есть и высокие здания. Вблизи порта расположен крытый городской рынок — царство женщин, торгующих рисом и кукурузой, арахисом и кофе, фруктами и овощами, разнообразной дичью...

Еще недавно буржуазные историки говорили об Африке как о материке, не имеющем прошлого. Сейчас в африканских государствах, освобожденных от колониализма, ощущается желание как можно больше узнать об истории континента. Археологические раскопки показывают, что в Африке существовали древние цивилизации, но одни были уничтожены в эпоху колониализма, а другие



погибли раньше и их руины замечены песком пустынь или погребены в чаще тропического леса. В средневековье в Экваториальной Африке расцвели крупные города-государства, наследовавшие культуру древнейших цивилизаций.

В самом конце прошлого века английский морской десант, высадившийся в устье Нигера, полностью разрушил один из самых крупных средневековых городов-государств Эдо, или Великий Бенин. На пепелище царского дворца и в руинах Бенина чудом уцелели бронзовые фигурки, разошедшиеся затем по крупнейшим музеям Европы и Америки. В Ленинградском музее антропологии и этнографии тоже есть два бронзовых изображения бенинских царей. Художественная ценность и совершенство фигурок были столь значительны, что многие ученые не могли поверить, что эти шедевры создали сами африканцы. Одни доказывали, что они попали в Бенин из Египта, а немецкий этнограф Фробениус даже считал, что авторами бронзовых фигурок могли быть только предшественники римлян — этруски...

В нескольких часах езды от Котону, где размещаются резиденция президента и иностранные посольства (хотя Котону и не столица Бенина), рас-

положена древняя столица — Абомея. В ней сохраняется королевский дворец, просторное деревянное сооружение, пожалуй, больше похожее на складское помещение. Во дворце можно увидеть тамтамы, ритуальные маски, древнее оружие. Здесь же можно встретить ремесленников, ткачей, резчиков по дереву, чеканщиков, демонстрирующих свое неувядаемое искусство.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

После стоянки в Котону экспедиция «Академика Курчатова» провела работы в Гвинейском заливе, в частности, на «золотом перекрестке» (пересечение экватора и Гриничского меридиана). Оказалось, что даже в этой удаленной от нашего полигона более чем на 1000 морских миль точке Гвинейского залива течение Ломоносова все еще обладает значительной скоростью, около одного метра в секунду. Здесь же было обнаружено течение, проходящее глубоко под поверхностным Гвинейским течением и направленное тоже на восток. Скорость его достигает 12 см/с.

Вершина Пико-эль-Тейде

Возвратившись на полигон, «Академик Курчатов» начал снимать автоматические буйковые станции, одновременно выполняя гидрофизические измерения в пунктах их установки. Попутно удалось провести исследования в районе впадины Романш. С глубины 7700 м были отобраны **пробы морской воды** для гидрологических и гидрофизических анализов. Отбор проб проводили серией специальных батометров из пластика, конструкция которых создавалась непосредственно на борту «Академика Курчатова». Батометры срабатывали, как только концевой груз касался океанического дна. Удалось отобрать по 15 л морской воды с глубины 3, 15, 30 м (если отсчитывать от дна впадины). Химические свойства воды из впадины Романш оказались весьма близкими к свойствам антарктических вод. Это еще одно подтверждение гипотезы, что придонные воды и воды глубоководных впадин, по крайней мере, в океанах южного полушария, имеют антарктическое происхождение.

Весьма любопытны результаты **оптического анализа придонных вод**.

Оказывается, они почти прозрачны, с очень мелкими частицами взвеси — как будто взяты из гигантского природного отстойника. Обычно, как известно, придонные воды замутнены в результате подводных оползней во впадинах или под действием придонных течений, взмучивающих тонкие донные осадки.

КАНАРСКИЕ ОСТРОВА

На пути к европейским берегам судно посетило порт Санта-Крус-де-Тенерифе на Канарских островах. Аборигенами островов считается народ гуанчи. Генуэзцы, испанцы, французы, встречавшиеся с гуанчами в XIV—XVI веках, описывают их как голубоглазых, рыжеволосых или светловолосых великанов. Отсюда самые невероятные предположения о том, что они — потомки викингов и даже жителей легендарной Атлантиды.

Порт Санта-Крус-де-Тенерифе расположен на самом большом острове архипелага — Тенерифе. Через весь остров протягивается горный хребет, увенчанный вулканическим конусом Пико-эль-Тейде высотой 3717 м. Сам

город весьма живописный, со стотысячным населением. Из достопримечательностей, пожалуй, можно отметить лишь береговую батарею с орудиями, отлитыми в конце XVIII века. Говорят, за всю свою историю батарея произвела всего один залп, когда в 1796 году на рейде Санта-Крус-де-Тенерифе появилась английская эскадра во главе с адмиралом Нельсоном, прибывшая поднять на архипелаге британский флаг. Испанские пушки дали предупредительный залп по эскадре, и кто бы мог подумать, что он окажется решающим. Ядро точно попало на флагманский корабль, пострадал сам Нельсон. Англичане решили не высаживать десант — корабли отошли от берега...

28-й рейс «Академика Курчатова» и 1-й рейс «Профессора Штокмана» положили начало исследованиям океана и атмосферы на экваториальном полигоне. Исследования были продолжены в следующих экспедициях этих судов. Получен огромный объем океанологических наблюдений, который внес существенный вклад в выполнение международного эксперимента ПГЭП.

НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ МИРОВОГО ОКЕАНА

Загрязнение Мирового океана нефтью стало в последнее время настолько интенсивным, что это превратилось в серьезную проблему. Достаточно сказать, что при морских танкерных перевозках 1% транспортируемой нефти и нефтепродуктов уходит в Мировой океан. В результате различных аварий в 60—70-х годах в океан было сброшено около 4 млн. тонн нефти, что составляет 0,1 всей добычи на морских шельфах.

Сотрудник Института океанологии АН СССР С. А. Милейковский на основании опубликованных работ советских и зарубежных исследователей оценил общее загрязнение Ми-



рового океана. Сюда входит, во-первых, весь объем ежегодного поступления нефти из антропогенных и природных источников, а также из атмосферы (2,15—11,8 млн. тонн в год.), во-вторых, утечка нефти при танкерных перевозках и от эксплуатации танкерного флота (1,13—12,6

млн. тонн в год). Таким образом, общее нефтяное загрязнение океана можно оценить в 3,28—24,4 млн. тонн в год, что в среднем составляет более 13—14 млн. тонн в год.

В отдельных морях, на побережьях которых расположены промышленно развитые страны (Северное и Средиземное моря), в районах интенсивного судоходства (Северная Атлантика), а также в прибрежных водах больших развитых стран (например, США) объем нефтяного загрязнения достигает десятков и сотен тысяч тонн в год.

«Океанология», 1979, 5.

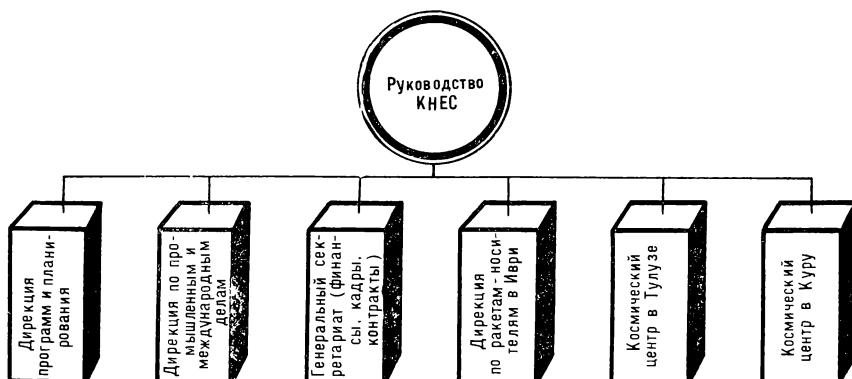
Космические исследования во Франции

Франция запустила с помощью собственных и иностранных ракет-носителей около 20 спутников, а также свыше 300 исследовательских ракет и более 1500 аэростатов.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 1959 году во Франции был создан Национальный комитет по космическим исследованиям, который через три года был преобразован в Национальный центр космических исследований (КНЕС). Он подготавливает космические программы и предложения по финансированию космической деятельности Франции. Последние подлежат утверждению в Министерстве промышленности, которое с 1969 года отвечает за проведение космических исследований в стране. Заинтересованность в развитии космических программ, в первую очередь прикладных, проявляют и другие министерства. КНЕС организует двустороннее и многостороннее сотрудничество, а также вместе с Министерством иностранных дел осуществляет представительство в Европейском космическом агентстве.

Национальному центру космических исследований, руководство которого находится в Париже, подчиняются следующие космические центры и подразделения: **космический центр в Тулузе**, **космодром в Куру** (Французская Гвиана), **Дирекция по ракетам-носителям в Иври**, **сеть станций слежения за спутниками**, **базы для запуска исследовательских ракет и баллонов**.



Космический центр в Тулузе основан в 1968 году. В настоящее время он один из крупнейших в мире по созданию и испытаниям космических систем, а также по обработке информации, получаемой со спутников. Центр имеет, наряду с многочисленным испытательным оборудованием (электродинамические генераторы вибраций, центрифуги), вакуумную камеру, в которой имитируются условия космического полета. Камера — цилиндр диаметром 6 и высотой 7 м — позволяет испытывать космические объекты достаточно больших размеров (до 3 м в диаметре и массой до 1000 кг). Характеристики камеры: давление 10^{-7} тор, температура от $+190$ до -196 °C, интенсивность имитатора солнечного излучения от 400 до 2200 Вт/м². В камере были испытаны французские спутники «Поллукс», «Кастор», «Симфония», «Снег-3»,

MAC-2, «Старлет», Д-2Б, а также прототипы спутников Европейского космического агентства ОТС и «Метеосат». Наряду с основной камерой в Тулузе для тех же целей используется камера несколько меньших размеров.

Тулузский центр имеет три помещения общей площадью 400 м² для сборки космических аппаратов, зал для сборки повышенной чистоты, зал для проверки оптических систем.

Вычислительное подразделение Тулузского космического центра способно проводить обработку информации одновременно с поступлением ее со спутников.

Космодром в Куру (Французская Гвиана) в силу своего географического положения (5° с. ш. и 53° з. д.) предоставляет прекрасные возможности для запуска спутников на геостационарную орбиту. После закрытия космодрома в Хаммагире (Африка) космодром в Куру стал единственным местом запуска спутников с помощью французской ракеты-носителя

■
Структура Национального центра космических исследований

«Диаман». Всего с полигона в Куру было осуществлено шесть запусков ракеты «Диаман». С 1975 года космодром переоборудуется для запуска ракеты-носителя «Ариан» (Европейское космическое агентство).

Дирекция по ракетам-носителям в Иври, которая прежде отвечала за разработку и изготовление всех модификаций ракеты «Диаман», в настоящее время занимается созданием носителя «Ариан». Хотя формально «Ариан» разрабатывается в рамках Европейского космического агентства, доля Франции в финансировании работ так велика (65%), что КНЕС и, в частности, Дирекция по ракетам-носителям практически целиком отвечают за выполнение этого проекта.

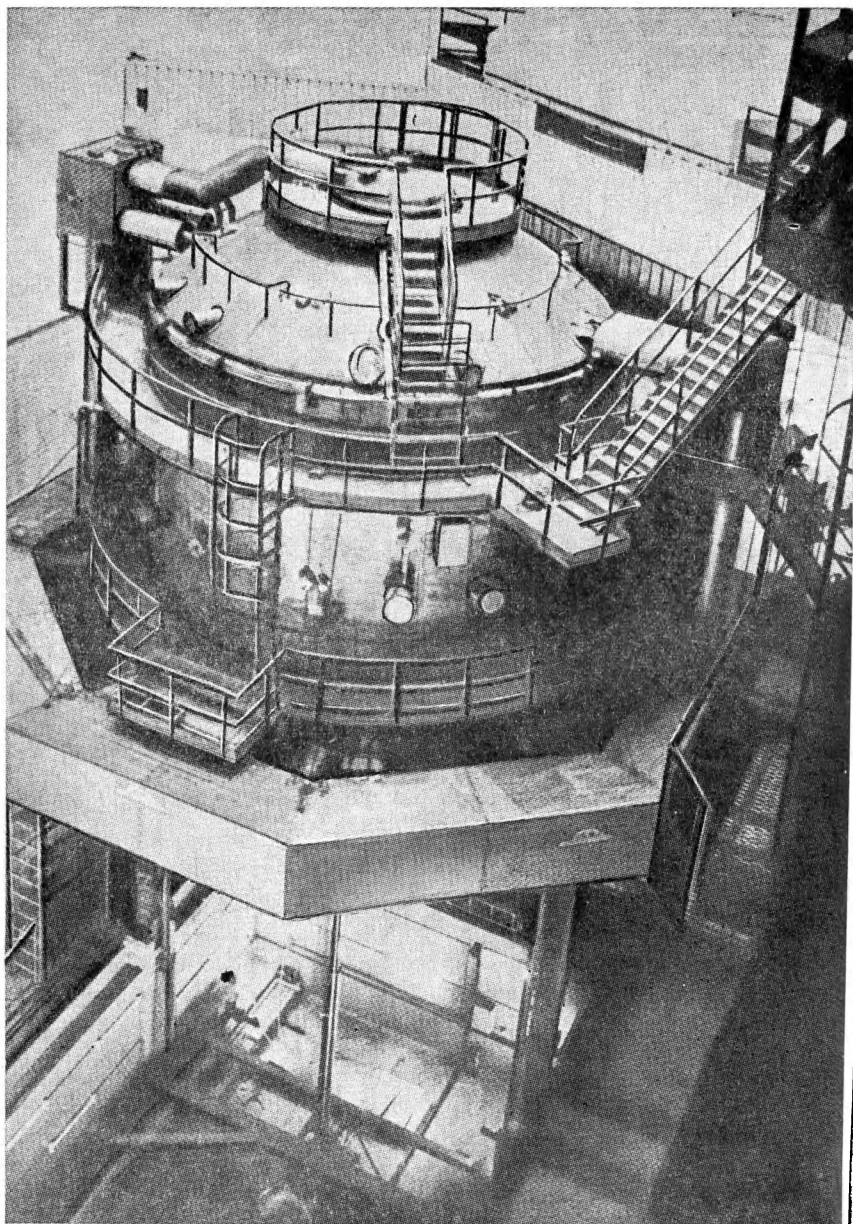
Французская сеть станций слежения за спутниками, функционирующая с 1966 года, включает 5 станций: Тулуза (Франция), Лас Пальмас (Канарские острова, Испания), Уагадугу (Верхняя Вольта), Претория (ЮАР), Куру (Французская Гвиана).

Французские исследовательские ракеты запускаются с полигонов во Франции (Ланды и Куру) и с острова Кергелен (Индийский океан). Для запуска баллонов КНЕС использует базы в Эр-сюр-л'Адуре, Гал-Таллар и в Куру.

НАЦИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

В мае 1962 года правительство Франции приняло решение о разработке, создании и испытаниях ракеты-носителя для запуска французских спутников. Этот носитель, названный «Диаман-А», в 1965 году вывел на орбиту первый французский спутник «Астерикс». С помощью этой же ракеты-носителя в течение 1965—1967 годов с полигона в Хаммагире были запущены еще три спутника для геодезических исследований («Диапазон», «Диadem-1» и «Диadem-2»).

Модернизированная ракета-носитель, получившая название «Диаман-Б», вывела на орбиту спутники «Диал» и «Пеол» (1970 г.), «Турнесоль» (1971 г.). Неудачные попытки запуска этой ракетой-носителем двух следующих спутников вынудили провести вторую модификацию ракеты «Диаман». Была установлена более мощная вторая



ступень и новый головной обтекатель. В 1975 году носителем «Диаман-БП4» были выведены на орбиту спутники «Старлет», «Кастор» и «Поллукс», Д-2Б.

Технологические спутники предназначались для проведения натурных испытаний различных элементов и

■ *Вакуумная камера, в которой имитируются условия космического полета*

служебных систем спутников или для подготовки научных и прикладных программ. Так, на спутнике «Пеол» проверялась работа будущего спутника «Эол», с помощью которого передавалась метеорологическая информация с баллонов и определялось их местоположение. Четыре спутника использовались для геодезических целей, а спутники «Симфония» — для экспериментальной космической связи.

Характеристики французских ракет-носителей «Диаман»

	Высота, м	Диаметр, м	Масса, т	Масса топлива, т	Тяга, кН	Масса полезной нагрузки на круговой орбите, кг		
						H=300 км	H=500 км	H=800 км
«Диаман-А» 1 ст.	10	1,4	1,95	12,76	300	115	79	26
2 ст.	4,7	0,8	0,67	2,26	150			
3 ст.	2,06	0,65	0,068	0,644	53			
«Диаман-Б» 1 ст.	14,21	1,4	2,33	18,35	400	160	115	55
2 ст.	4,7	0,8	0,68	2,26	156			
3 ст.	1,67	0,8	0,095	0,685	50			
«Диаман-БП4» 1 ст.	14,95	1,4	2,2	18,35	400	195	150	90
2 ст.	2,28	0,8	0,78	4	180			
3 ст.	1,67	0,8	0,095	0,685	50			

Из научных спутников один (ФР-1) был посвящен ионосферным исследованиям; два («Турнесоль» и Д-2Б) — исследованиям Солнца в ультрафиолетовой области спектра и один («Снег-3») — гамма-астрономии. Кроме того, французские ученые исследуют космос и в рамках двустороннего и многостороннего сотрудничества.

ДУСТОРОННЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

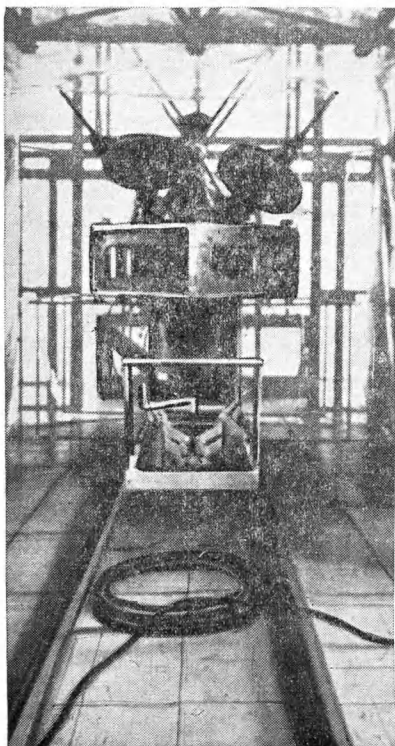
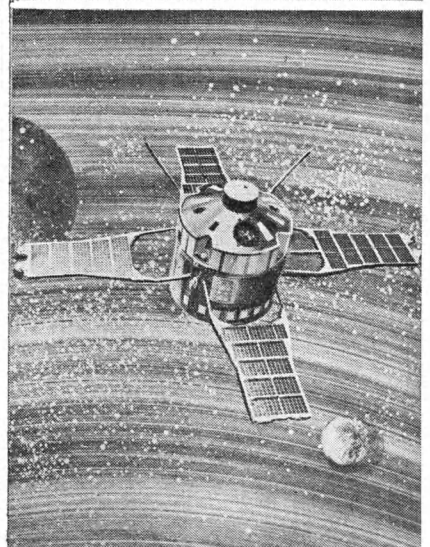
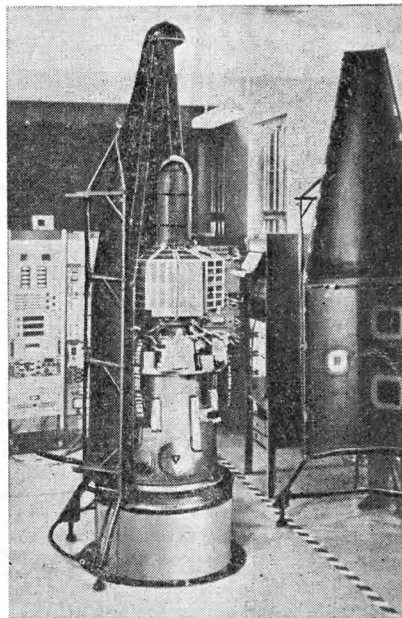
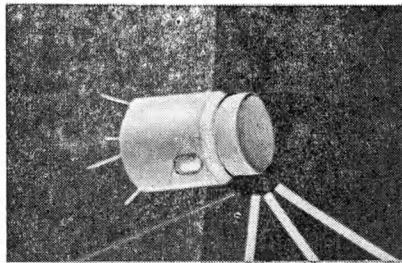
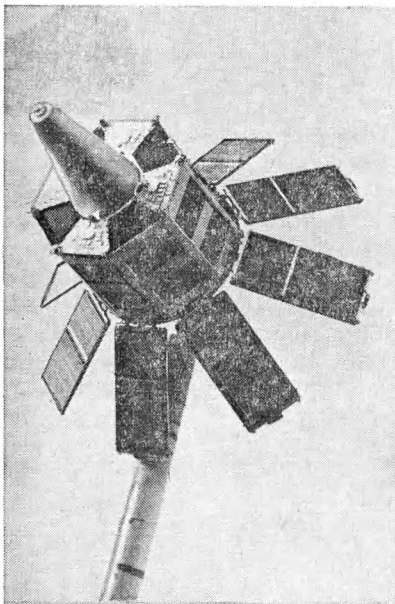
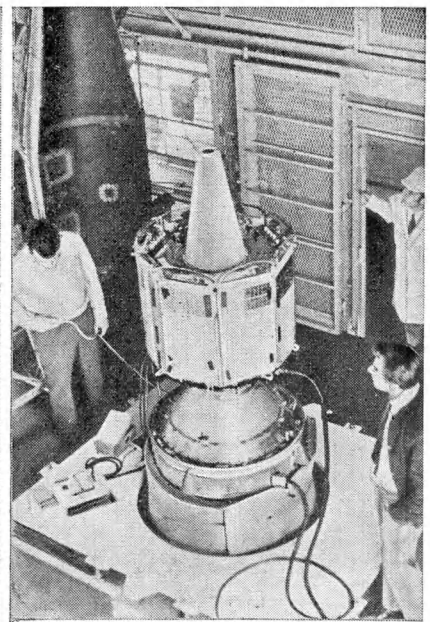
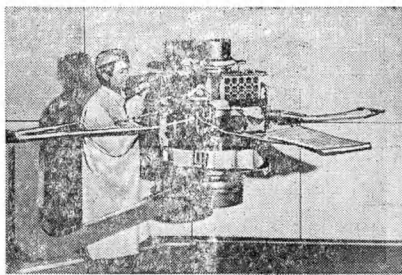
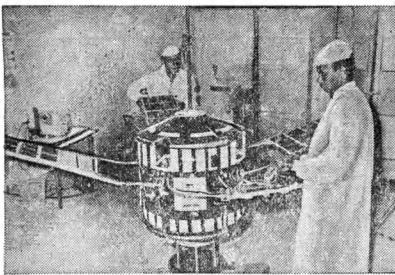
Наиболее широко развито сотрудничество Франции с Советским Союзом. Осуществляемое в соответствии с межправительственным соглашением 1966 года, это сотрудничество ознаменовано выполнением более 30 экспериментов практически во всех

наиболее важных сферах космических исследований.

В совместных работах использовались межпланетные и орбитальные станции, спутники, высотные ракеты и аэростаты. С помощью советских ракет-носителей были выведены на орбиту три французских спутника: МАС, МАС-2, «Снег-3» («Земля и Вселенная», 1978, № 3, с. 44—47. — Ред.).

Французские спутники

Спутник	Дата запуска	Масса, кг	Назначение спутника	Французская ракета- носитель	Примечание
«Астерикс»	26.XI.1965	41	Технологическая капсула	«Диаман-А»	Запущен американской ракетой-носителем
ФР-1	6.XII.1965	60	Ионосферный		
«Диапазон»	17.II.1966	19	Геодезический	«Диаман-А»	«Вика» — спутник ФРГ
«Диадем-1»	8.II.1967	23	Геодезический	«Диаман-А»	
«Диадем-2»	15.II.1967	23	Геодезический	«Диаман-А»	
«Диал» (капсула «Мика» и спутник «Вика»)	10.III.1970	52;63	Технологический и ионосферный	«Диаман-Б»	
«Пеол»	12.XII.1970	58	Технологический	«Диаман-Б»	
«Турнесоль»	15.IV.1971	96	Для изучения Солнца	«Диаман-Б»	Запущен американской ракетой-носителем
«Эол»	16.VIII.1971	82,5	Метеорологический		
Д-2А поляр.	5.XII.1971	97	Для изучения Солнца	«Диаман-Б»	Запуск неудачный
МАС	4.IV.1972	15	Технологический		
Д-5А	5.V.1973	36	Технологический	«Диаман-Б»	Запущен советской ракетой-носителем
Д-5Б	5.V.1973	76	Технологический		
«Симфония-1»	19.XII.1974	240	Экспериментальный связной		
«Старлет»	6.II.1975	47	Геодезический	«Диаман-БП4»	Запущен советской ракетой-носителем
«Настор»	17.V.1975	36	Технологический	«Диаман-БП4»	
«Поллукс»	17.V.1975	76	Технологический		
МАС-2	6.VI.1975	21,5	Технологический		
«Симфония-2»	25.VIII.1975	240	Экспериментальный связной		Запущен советской ракетой-носителем
Д-2Б	27.IX.1975	130	Для изучения Солнца	«Диаман-БП4»	
«Снег-3»	17.VI.1977	130	Астрономический		Запущен советской ракетой-носителем



Серия экспериментов была посвящена исследованию солнечного излучения и его взаимодействию с магнитным полем Земли. С помощью совместно созданных приборов «Жемо-С», «Жемо-Т» на станциях «Марс-6» и «Марс-7», «Калипсо» и «Снег» на спутнике «Прогноз-2», а также приборов, использовавшихся в экспери-

ментах «Аркад» на спутниках «Ореол», изучалась солнечная плазма, а также процессы внутри магнитосферы и ионосферы Земли. Совместные кампании по запуску аэростатов «Омега» (1968—1971 гг.) и «Самбо» (1974, 1979 гг.) позволили определить пространственные и временные характеристики физических явлений в высокоширотных областях магнитосферы. Проведение проекта «Аракс» в магнитосопреженных точках (Архангельская область — Кергелен) привело к получению ценных данных о процессах, связанных с движением электро-



Искусственные спутники Земли, запущенные Францией: «Турнесоль», «Зол», «Симфония», Д-2В, «Метеосат», «Диал», «Пеол», «Снег-3»

нов в электромагнитных полях и плазме околоземного пространства. Измерения с помощью ультрафиолетовых спектрометров, установленных на станциях «Марс-5, -7» и «Венера-9, -10, -11, -12», дали возможность определить температуру верхней атмосферы Марса и Венеры, найти распределение водорода и дейтерия в атмосфере планет и в межпланетной среде.

Совместные биологические эксперименты проведены на советских биологических спутниках «Космос-782», «Космос-936» и на орбитальной станции «Салют-6». На станции «Салют-6» изучалось также поведение материалов в условиях космического полета (проект «Эльма»). В настоящее время советские и французские ученые обсуждают научную программу и организационные вопросы участия французского космонавта в одном из советских космических полетов.

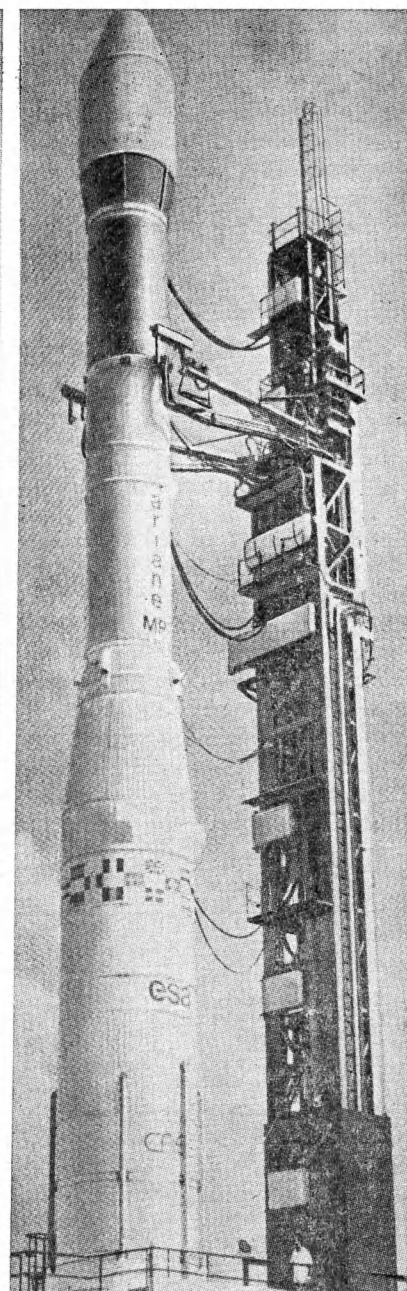
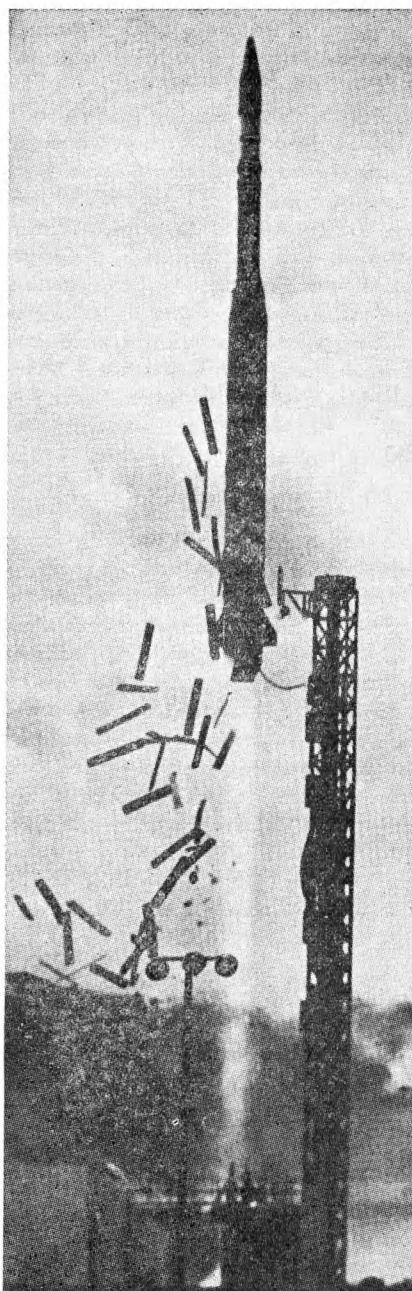
Двустороннее сотрудничество Франции с США заключалось в установке приборов для регистрации ультрафиолетового излучения на станции «Скайлэб», спутниках OGO-2, -4, -5, -6, OSO-5, -8 и для биологических экспериментов на кораблях «Аполлон-16, -17».

Спутники «Симфония», созданные совместно Францией и ФРГ, запускались ракетами-носителями США. При этом главным условием, поставленным США, был запрет на использование спутников «Симфония» в качестве эксплуатационной связной системы. Таким образом, США стремятся сохранить монополию на космическую связь в руках организации «Интелсат», контрольный пакет акций которой находится у американцев.

Франция осуществляет **двустороннее сотрудничество** также с Аргентиной, Бразилией, Канадой, Индией, Индонезией. Оно выражается в основном в запусках баллонов и исследовательских ракет.

МНОГОСТОРОННЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Франция была одним из инициаторов создания европейских космических сообществ: Европейской органи-



зации космических исследований (ЭСРО) и Европейской организации по созданию ракет-носителей (ЭЛДО). Созданные в 1964 году ЭСРО и ЭЛДО в 1975 году образовали при



Ракеты-носители «Диамант-Б» и «Ариан»

слиянии Европейское космическое агентство (ЕКА). Именно в этом агентстве Франция осуществляет в настоящее время многостороннее сотрудничество с другими западноевропейскими странами.

На многих европейских спутниках были установлены французские приборы для регистрации заряженных

частиц, гамма-излучения, электрических и магнитных полей.

Франция — активный член ЕКА. В 1977 году ее вклад в бюджет этого агентства составлял 63% всего годового французского бюджета на космос. Основное внимание в ЕКА Франция уделяет созданию ракеты-носителя «Ариан». Она участвует также в подготовке космической лаборатории «Спейслэб» и серии европейских спутников научного («Геос», «Экзосат», «Спейс Телескоп» и др.) и прикладного (метеорологический «Метеосат», связные ОТС, «Маротс») назначения.

ТЕНДЕНЦИИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

Даже при беглом знакомстве с космической деятельностью Франции видна характерная черта: Франция постоянно стремится создать (самостоятельно или с участием западноевропейских стран) ракету-носитель для запуска спутников различного назначения. Вначале такой ракетой-носителем был «Диаман», но даже самая мощная ракета этой серии не позволяла выводить спутники доста-

точно большой массы на высокие орбиты, что необходимо для проведения современных научных и прикладных исследований в космосе.

Поэтому по инициативе Франции в рамках Европейской организации по созданию ракет-носителей была принята попытка создать два носителя — «Европа-1» и «Европа-2». Попытка оказалась безуспешной. Обе ракеты не прошли летных испытаний, и работа над ними была прекращена.

Следующий шаг в этом направлении Франция предприняла в 1972 году. Она предложила западноевропейским странам (и это предложение было принято) создать тяжелый носитель «Ариан».

«Ариан» будет способен вывести на геостационарную орбиту полезную нагрузку в 900 кг и на межпланетную траекторию 800 кг. Франция связывает с этой ракетой большие надежды. Приближение к этапу производства и сбыта «Ариана» вызвало особое внимание правительства Франции к космической деятельности. Это привело, во-первых, к увеличению бюджета на работы в области космоса и, во-вторых, к реорганизации Нацио-

нального центра космических исследований. Кроме подразделений, управляющих космическими центрами в Тулузе, Куру и Иври, созданы три новых дирекции: Дирекция по промышленным и международным делам, Дирекция программ и планирования и Генеральный секретариат, главная задача которого — контроль финансирования проектов.

По заявлению министра промышленности Франции, космическая промышленность в 1983—1984 годах будет иметь оборот примерно в 5 млрд. франков (в 1978 г. — 1 272 млн. франков, в 1979 г. — 1 415 млн. франков).

В качестве перспективных работ, проводимых с помощью «Ариана», в национальной программе Франции рассматриваются три проекта: связной спутник «Телеком-1», спутник «Спот» для исследования природных ресурсов, спутник прямого (на бытовые приемники) телевизионного вещания ТДФ-1.

Более далекие планы связаны с созданием французской «тяжелой орбитальной станции» (проект «Минос»).

СКОЛЬКО НА НЕБЕ КВАЗАРОВ?

Астрономы Т. Бонаски и Д. Уидман (США) с помощью 4-метрового рефлектора Межамериканской обсерватории в Серро-Тололо (Чили) провели «глубокий» обзор неба в направлении созвездия Гидры. Они искали объекты, в спектре которых видны эмиссионные линии. Цель поисков — обнаружение новых квазаров.

На площади неба в 2,1 квадратных градуса исследовались все звездобразные объекты до 24-й величины включительно. Среди них оказалось 23 новых квазара. При переходе к более слабым объектам число квазаров быстро растет — примерно в 6 раз с уменьшением яркости объектов на одну звездную величину. Расчеты показывают, что если све-

тимность квазаров не быстро изменяется со временем, то практически все наблюдаемые на небе звездобразные объекты слабее 23-й величины — квазары («Astrophysical Journal», 1979, 231, 3).

В конце 1983 года США планируют вывести на околоземную орбиту космический телескоп-рефлектор с диаметром зеркала 2,4 м. По предвари-

тельным оценкам, этот телескоп сможет исследовать звезды до 28,5 величины. На каждой квадратной угловой секунде неба телескоп должен «увидеть» в среднем два квазара. Поскольку разрешающая способность телескопа будет не хуже 0,2'', каждый из обнаруженных квазаров удастся исследовать отдельно — их изображения не сольются. Если расчеты верны, то в поле зрения космического телескопа будут находиться одновременно около 2 млн. далеких квазаров. Один только подсчет этих объектов даст астрономам ценнейшую информацию об эволюции нашей Вселенной, а изучение физических характеристик далеких квазаров, несомненно, поможет в решении проблемы их образования.

В. Г. СУРДИН



«Взлет»

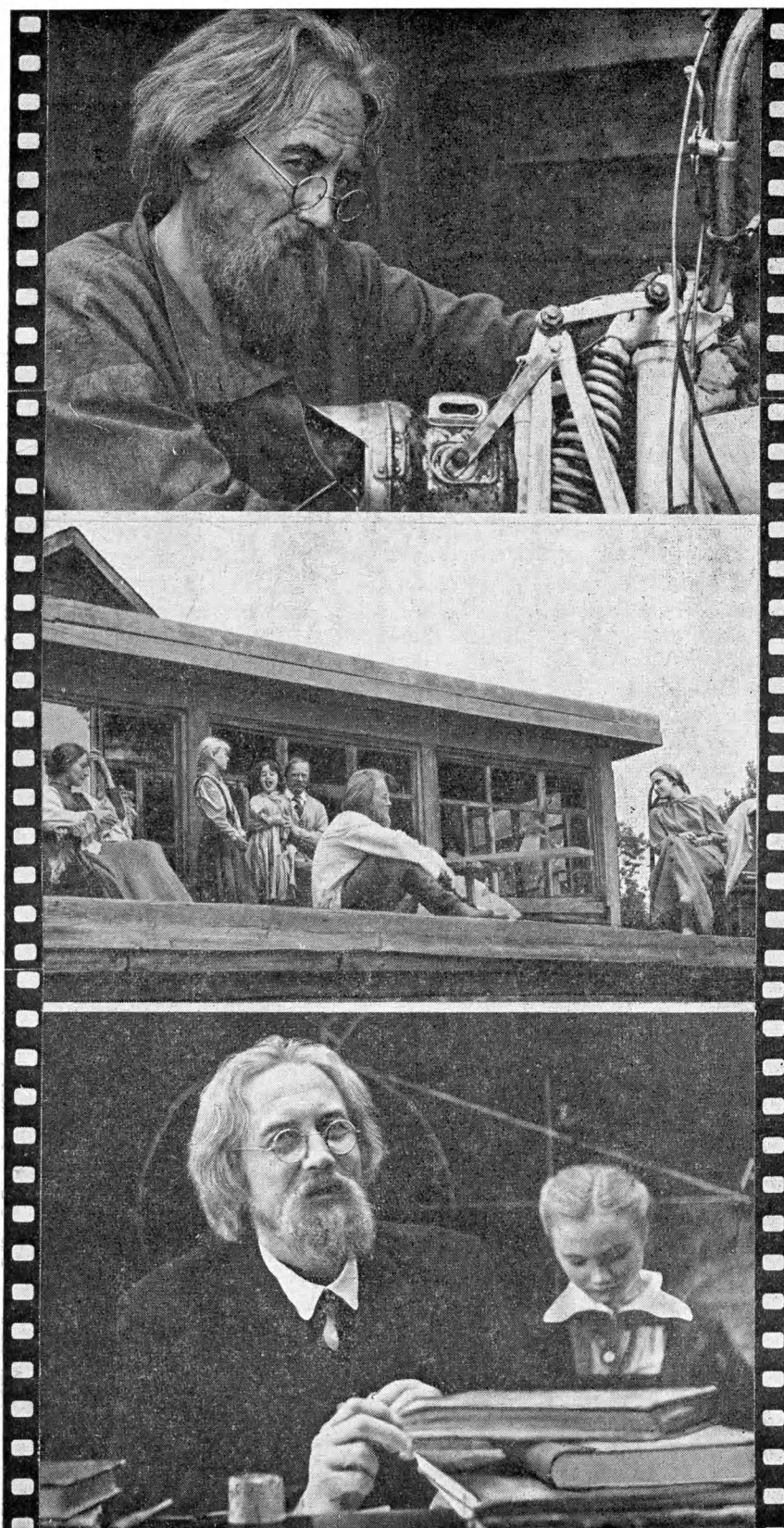
Этот фильм о жизни творца теоретической космонавтики Константина Эдуардовича Циолковского удостоен Серебряного приза XI Московского международного кинофестиваля 1979 года.*

Событие, которое произошло во время фестиваля, безусловно, относится к разряду символических. Буквально за несколько дней до конкурсного показа фильма «Взлет» возвратились из рекордного 175-суточного космического полета В. А. Ляхов и В. В. Рюмин. Этого не могли запланировать устроители кинофестиваля, но именно так был перекинут мост от лет минувших к нашим дням. Именно так зрителям напомнили о той поистине исторической закономерности, по которой родина Циолковского стала родиной первого космонавта Земли. Но этим торжественным событиям предшествовали другие — те, о которых рассказывает фильм. Он начинается несколько неожиданно. 1935-й год. Тысячи людей идут за гробом. Это — хроникальные кадры похорон великого Циолковского. Какая горькая несправедливость — ведь от отсутствия внимания (даже не признания!) страдал он на протяжении действия всего фильма (1880—1914 гг.).

* Производство киностудии «Мосфильм». Автор сценария — Олег Осетинский, режиссер — Савва Кулиш, оператор — Владимир Климов, художник — Владимир Аронин, композитор — Олег Каравайчук. Научные консультанты: А. А. Космодемьянский, Г. Т. Береговой, А. В. Костин. В роли К. Э. Циолковского — Евгений Евтушенко. В других ролях: Лариса Кадочникова, Альберт Филозов, Елена Финогенова, Кирилл Арбузов, Вадим Александров, Георгий Бурков.

«Лицом к лицу — лица не увидеть. Большое видится на расстояньи». Они были рядом, а он столь велик, что многим просто не удалось его разглядеть. И все же Циолковский жил для людей. «Основной мотив моей жизни — сделать что-нибудь полезное для людей, не прожить даром жизни, продвинуть человечество хоть немного вперед. Вот почему я интересовался тем, что не давало мне ни хлеба, ни силы. Но я надеюсь, что мои работы, может быть, скоро, а может быть, в отдаленном будущем дадут обществу горы хлеба и бездну могущества». В этих словах смысл всей жизни великого ученого, в этих словах смысл фильма Саввы Кулиша. «Мы стремились, — говорит режиссер, — воссоздать образ ученого, всю жизнь подчинившего одной величественной идее — идее освоения человечеством окосмосного пространства. Нужно было обладать огромным мужеством, чтобы, несмотря на все жизненные невзгоды, не сломиться, не ожесточиться, ни на секунду не усомниться в правоте своей жизненной идеи». А возможностей для этого было предостаточно. Герой фильма окружен людьми, каждый из которых (в том числе и самые близкие — жена, дочь, сын) предлагает ему свой «вариант» жизни и верований, «искушая» его (видимо, и фильм, скорее всего должен был бы называться «Искушение», а не «Взлет»). Вот Циолковский у попечителя епархиального училища. Тот читает его характеристику: «Учитель епархиального училища господин Циолковский — полный специалист своих предметов и преподает их с особым умением: ясность, точность и живая





наглядность...». Сплошь комплименты. «Да, скрывать нечего, учитель вы превосходный... Сейчас открывается вакансия моего заместителя по всем естественным наукам... Другое жалование, положение...». Вот оно — искушение. Согласись — и не нужно будет сводить концы с концами, отпадут ежечасные заботы о хлебе насущном, появятся деньги для продолжения опытов. А что же взамен? А взамен надо от этих опытов отказаться. Жить, как «все люди», не быть «странным», не витать в облаках. Но стоит ли тогда жить? Этот вопрос задает Циолковскому его сын Игнатий. «Жизнь всего лишь соединение атомов...—говорит он.—Соединение, а потом расставание. И больше ничего. Судьба мира — судьба кладбища. Наша жизнь — лишь прелюдия к истории нашего небытия». «Нет,—возражает ему отец.—Смерть Вселенной — торжество бессмыслицы над разумом. Люди обязательно что-нибудь придумают, чтобы искра жизни не погасла». И Циолковский думает, ищет, мечтает о ракете. Но для чего ему ракета? Что ищет этот человек в космическом пространстве? Вот его ответ: «Многие думают, что я хлопочу о ракете и забочусь о ее судьбе из-за самой ракеты. Это было бы грубейшей ошибкой. Ракета для меня только способ, только метод проникновения в глубину космоса, но отнюдь не самоцель... Не спору, очень важно иметь ракетные корабли, ибо они помогут человечеству расселиться по мировому пространству. И ради этого расселения в космосе я-то и хлопочу. Будет иной способ передвижения в космосе — приму и его... Вся суть — в переселении с Земли и в

заселении космоса. Надо идти на- встречу, так сказать, «космической философии!» Цель ему была ясна, и он искал пути к достижению цели, несмотря на полное непонимание окружающих. В фильме есть такой эпизод: почтальон приносит Циолковским пакет из Русского императорского технического общества. Снова отказ. «Всего сорок пять отказов, прибавим и этот... сорок шесть». Но кто-то же должен понять и оценить его идеи, кто?

Крупно во весь экран мы видим объявление на калитке «Приходите ко мне каждую среду в шесть часов вечера посмотреть мои модели. Циолковский». И голос, обращенный к дочери: «Люба! Ко мне никто не приходил?» Молчит Люба. Ей нечем порадовать отца. Она любит и верит в него. И пока жандармы, пришедшие арестовать ее за революционную деятельность, вспарывают подушки, роются в книгах в поисках запрещенной литературы, отрывают обои, ломают ящики письменного стола, физические приборы, модели, созданные Циолковским, дочь говорит ему: «В твоих дирижаблях полетят пьяные урядники с нагайками!.. И будут тебе указывать — куда лететь, а куда нельзя! Нет, папочка, начинать нужно с перемены форм отношения между людьми! А ее принесет только революция!» Та самая революция, которую так восторженно впоследствии принял Циолковский. А пока жизнь продолжается. Убитая арестом дочери жена Циолковского, Варвара Евграфовна, говорит мужу: «Константин, завтра пасха... Если переживу сегодняшнюю ночь, пойдешь со мной в церковь... Пойдешь, если любишь меня...».

Медленно движется по улице праздничная, нарядная толпа. Циолковский без шляпы бережно ведет под руку торжественную в своей скорби Варвару Евграфовну. И вдруг он остановился, замер. Люди пытаются обойти их, толкают, говорят что-то обидное. Циолковский не слышит и не замечает этого. Ему пришла в голову мысль, которую нужно срочно проверить, сейчас же, немедленно. «Прости, Варя!» И пробираясь сквозь толпы людей, он бе-

жит, провожаемый изумленными и ненавидящими взглядами. К своему другу Сергею Ивановичу Панину он не вошел, ворвался. У того гости — праздник, пасха. «Прошу к столу, Константин Эдуардович!» «Нет, нет, мне срочно нужен порох и бикфордов шнур...» Хлопнула входная дверь, дамы засмеялись. «Это тот самый чудак?.. Какой смешной!» «Перестаньте. Если бы я мог, как он...» Это говорит Панин, тот самый Панин, который в начале фильма хотел расшатать атом, но в конце концов выбрал спокойную жизнь, не захотел, по его же словам, «быть прикованным к своим идеям, как раб к галере». И в который раз в этой многострадальной судьбе искушает Циолковского теперь его самый близкий друг: «Поживите немного, как все, для себя...».

Но Циолковский выполнил свое предназначение на Земле. Он не был сломлен ни бедностью, ни неверием, ни невзгодами.

В фильме много дебютов. Роль дочери Циолковского играет студентка первого курса ВГИКа — Е. Фиононова, Игнатия — артист Центрального детского театра К. Арбузов. В картине снимались художники, писатели, инженеры — режиссеру необходимо было создать достоверное окружение великого ученого. Среда в фильме делается не только и не столько предметами быта, сколько духом времени и собранием идей, волновавших в то время человечество.

Рассказывая об этом фильме, прекрасно снятом оператором В. Климовым, в великолепных декорациях В. Аронина, вспоминая очень хороших профессиональных актеров Л. Кадочникову, А. Филозова, Г. Буркова, нельзя не рассказать об актере непрофессиональном, исполнителе роли К. Э. Циолковского — известном советском поэте Е. Евтушенко. Для меня, думаю, как и для других многочисленных любителей кино, это было очень неожиданно. Правда, автору статьи довелось прочитать высказывание знаменитого итальянского режиссера (кстати, он был членом жюри XI Московского фестиваля) Джузеппе де Сантиса на ту же тему: «Мне кажется, да и не только мне, что в

фильмы, рожденные документальным материалом, следует привлекать непрофессионалов для большей достоверности происходящего». И все же, что определило выбор режиссера? Были ли сомнения в процессе съемок? (Думаю, что когда картина была готова, сомнения отпали.) Вот что ответил С. Я. Кулиш: «Как бы ни сложилась судьба картины, я убежден в правильности своего решения. Масштаб личности Циолковского требовал крупной человеческой фигуры». А вот, что сказал по поводу своей работы в кино Е. Евтушенко: «Я был в очень тяжелом положении, потому что мне нужно было сыграть человека во много раз лучше, чем я. Его величие отразилось и на моих сегодняшних стихах. Я стал меньше писать о сиюминутных проблемах. Так случилось, что я писал роман о Сибири, о своем детстве, о станции, на которой я родился, в гриме Циолковского, и у меня, настолько я был потрясен могуществом этого человека, родился эпилог о нем. Я мало знал о Циолковском, но теперь я полюбил его навсегда».

В стихотворении, рассказывающем о прощании с работой над этим фильмом (оно так и называется «Прощание с фильмом») Е. Евтушенко написал:

Я скажу без всякой позы,
без какого бы вранья,
что не сосны, не березы,
люди — Родина моя!

Этот фильм о Человеке достоин счастливой судьбы.



Руководитель астрономической лаборатории Клуба юных техников СО АН СССР
В. И. КИРИЧЕНКО

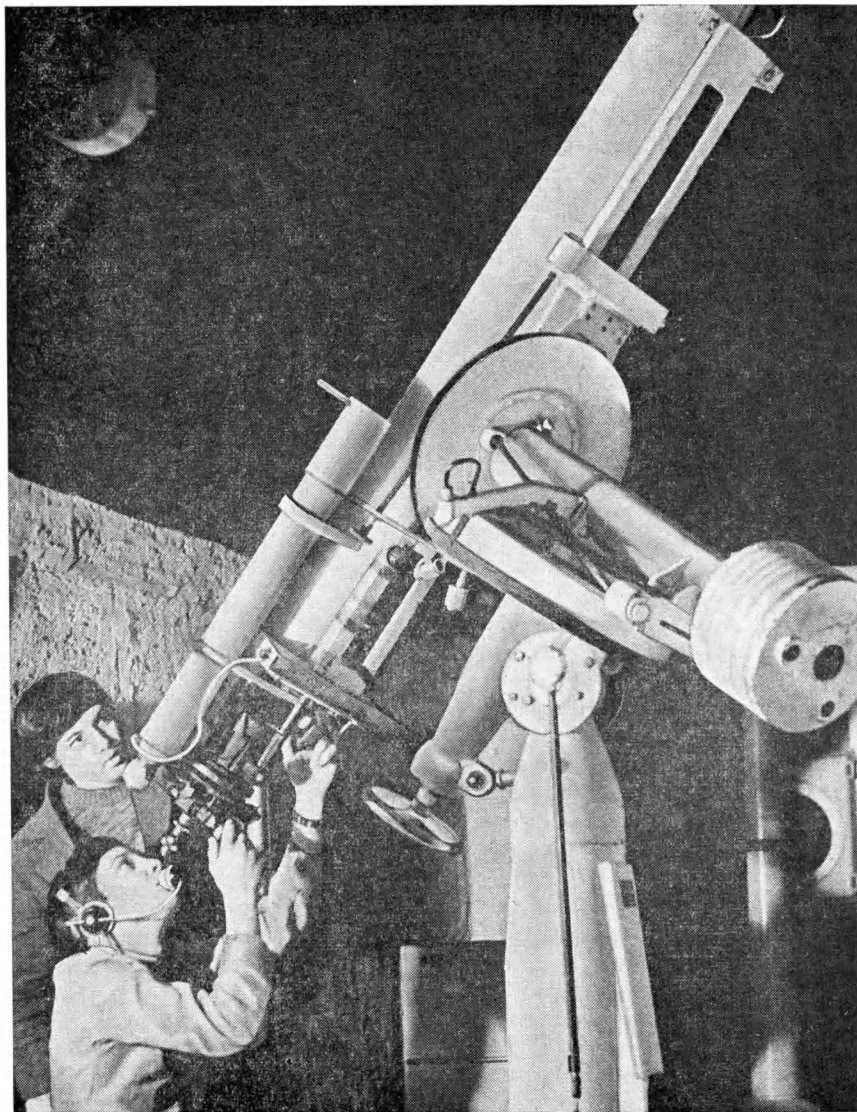
Юные астрономы новосибирского Академгородка

Четырнадцатый год работает астрономическая лаборатория Клуба юных техников Сибирского отделения Академии наук СССР. С каждым годом улучшается материально-техническая база лаборатории, ее воспитанники приобретают все больший опыт астрономических наблюдений («Земля и Вселенная», 1971, № 3, с. 86—91; 1972, № 2, с. 72—73; 1974, № 5, с. 67—70; 1977, № 3, с. 88—93.— Ред.).

Лаборатория имеет двенадцать телескопов, шесть из них требуют стационарной установки. Последние пять лет кружковцы проводили наблюдения в небольшие телескопы, которые размещались прямо на крыше здания Клуба юных техников. Собственная обсерватория долгое время оставалась только мечтой. К ее созданию юные астрономы приступили лишь в 1977 году.

Два летних сезона работали ребята на строительстве астрономической площадки, которую решено было устроить на крыше здания Клуба юных техников. За это время они познакомились со многими рабочими профессиями: каменщика и бетонщика, плотника и маляра, сварщика и слесаря, электрика и радиста. Более 2000 часов трудились на строительстве кружковцы, столько же — бывшие воспитанники кружка и свыше 200 часов — юные астрономы из Горького, Новокузнецка и Белова, которые в это время приехали в Новосибирск, чтобы учиться наблюдать переменные звезды. Получить строительные материалы помог Институт гидродинамики Сибирского отделения АН СССР.

Все на астрономической площадке,



■
*Игорь Павлов и Андрей Харитонов
ведут наблюдения на 130-миллимет-
ровом рефракторе АБР-3*



занимающей около 110 м², сделано руками кружковцев. Они построили павильон с откатывающейся крышей, в котором сейчас установлены три телескопа-рефрактора с объективами диаметром 80, 110 и 130 мм. С их помощью юные астрономы наблюдают Солнце и Луну, планеты и переменные звезды, фотографируют небесные объекты. Показания фотоумножителя, установленного на одном из телескопов, поступают в помещение, которое ребята называют «камералкой». Находящийся здесь во время наблюдений оператор следит за работой самописца, регистрирующего изменения блеска переменных звезд или яркость лунного затмения.

Первое, что бросается в глаза, когда поднимаешься на астрономическую площадку, — это три металлических кольца диаметром 1,5 м, подвешенные на высоте более двух метров. Они предназначены для наблюдений метеоров. Рядом — поднятая на 1,7 м над полом площадка для патрульной службы серебристых облаков. В летние сумерки ежедневно

трое юных астрономов через 15-минутные интервалы времени внимательно осматривают северную сторону неба в надежде увидеть эти редкие атмосферные образования. Настойчивость наблюдателей была вознаграждена в 1977 году 14 раз, в 1978 году — четыре, в 1979 году — пять. Самые ревностные охотники за серебристыми облаками: Сергей Зайков, Алексей Парамзин, Юрий Штатов, Алексей Жданов, Андрей Оленьков и Влада Кириченко.

Часть астрономической площадки отведена под переносные телескопы и теодолит. Здесь проводятся занятия с начинающими кружковцами. Они знакомятся с созвездиями, учатся ориентироваться по небу, получают навыки работы с астрономическими приборами.

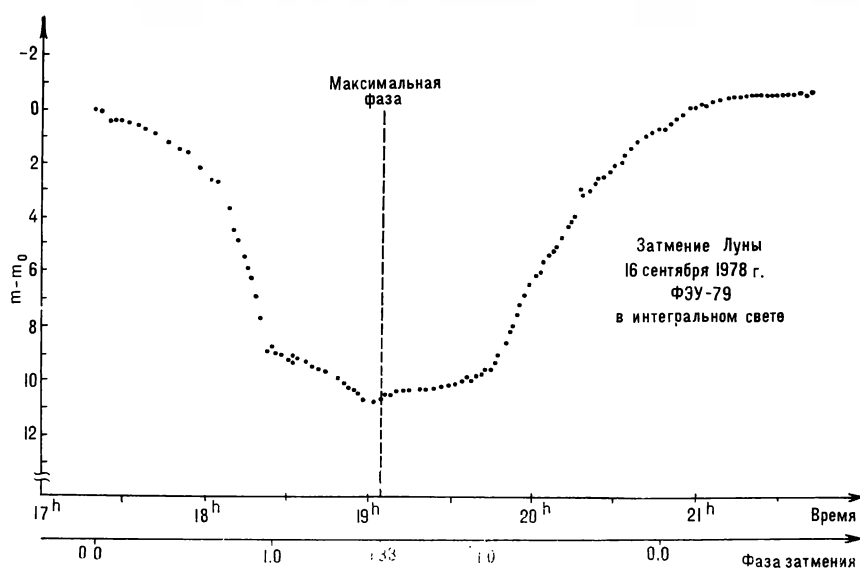
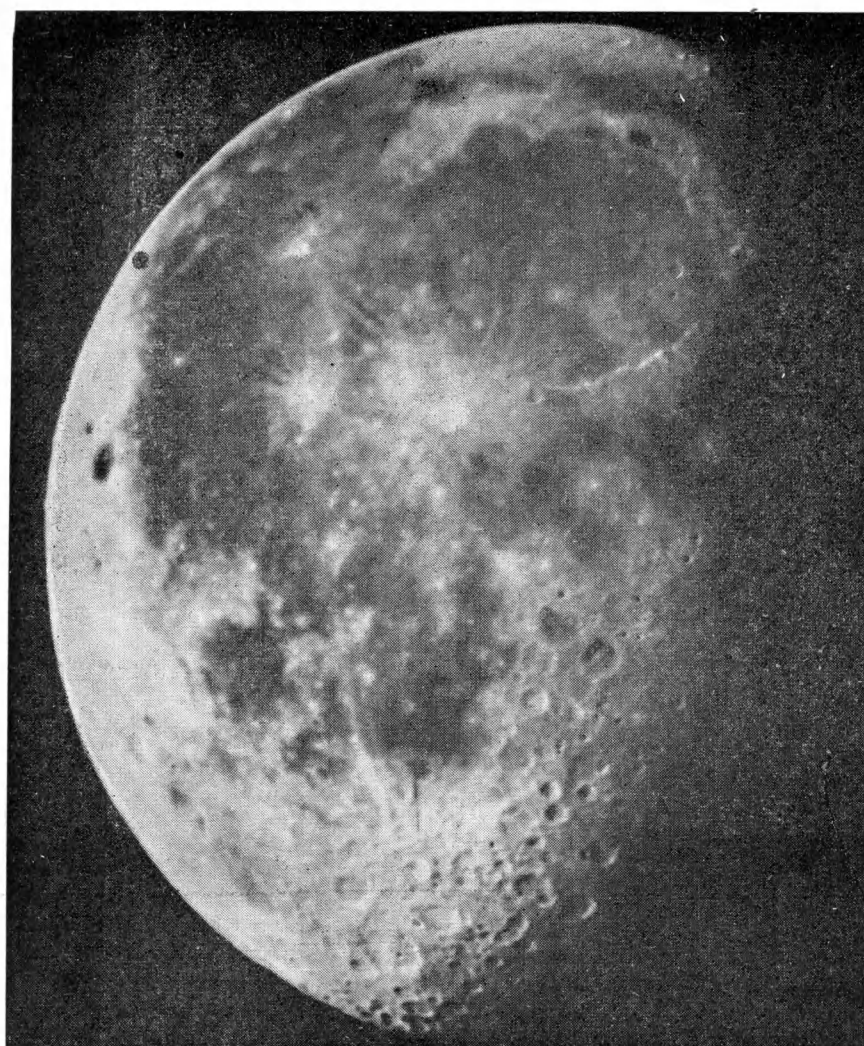
Теперь, когда осталось лишь благоустроить астрономическую площадку, кружковцы готовятся к новому строи-



Воспитанники астрономической лаборатории Клуба юных техников

тельству — сооружению в окрестностях Академгородка павильонов для трех крупных телескопов, два из них имеют объективы диаметром 150 мм, третий — 200 мм. За городом освещенность и промышленные помехи будут меньше сказываться на астрономических наблюдениях.

Ребята успешно осваивают разнообразную технику астрономических наблюдений. А наблюдать есть что! Интересное небесное явление — лунные затмения. 24 марта 1978 года облачность помешала наблюдениям затмения. В ночь с 16 на 17 сентября 1978 года и с 13 на 14 марта 1979 года погода благоприятствовала наблюдениям. Евгений Латкин и Александр Горелов сняли кинофильм о ходе затмения. Игорь Павлов и Дмитрий Яшков испытали фотографическую камеру с электронно-оптическим преобразователем. Андрей Оленьков, Олег Патерик, Сергей Селезнев, Алексей Авдиенко и Валерий Шеметов отработали методику измерения яркости Луны во время затмения с помощью различных типов



фотосопротивлений. Вадим Сотников и Павел Григорьев получили кривые изменения яркости Луны во время затмения, применяя фотоумножитель. Петр Жилкин сделал цветные снимки полной фазы лунного затмения. По такой же примерно программе проводились наблюдения и частного солнечного затмения 2 октября 1978 года.

Результаты наблюдения затмений (например, данные о покрытии деталей лунного рельефа земной тенью, видимости этих деталей в земной тени, радиопомехах) высылаются консультантам астрономической лаборатории — ученым Москвы, Киева, Запорожья.

В октябре 1978 года внимание юных астрономов привлек метеорный поток Драконида. Усиление интенсивности потока не было отмечено. Согласно наблюдениям Ирины Ныжник и Игоря Пустошило, в ночь с 8 на 9 октября часовое число метеоров (без учета коэффициента замечаемости) составило 4,2.

С 1977 года Клуб юных техников Сибирского отделения АН СССР участвует в комплексной экспедиции на место падения Тунгусского метеорита. Летом 1977 года Юрий Ильиных, Александр Демидов, Олег Остапенко и Алексей Кардаш каждую ясную ночь фотографировали следы звезд в эквивалентном 10-метровом фокусе 150-миллиметрового рефрактора, чтобы исследовать состояние атмосферы в районе падения метеорита. Эта работа проводилась по просьбе Института оптики атмосферы СО АН СССР. Ученых интересуют характеристики атмосферы в районе, удаленном от промышленных центров. Ле-

Луна вблизи последней четверти. Григорий Бакакин сделал этот снимок на 80-миллиметровом рефракторе. Экспозиция 1/30 секунды, пленка типа «Микрат-300»

Кривая изменения яркости Луны во время затмения 16 сентября 1978 года. Вадим Сотников и Павел Григорьев построили эту кривую по фотоэлектрическим данным. На вертикальной оси отложена разность звездных величин Луны во время затмения и полной Луны

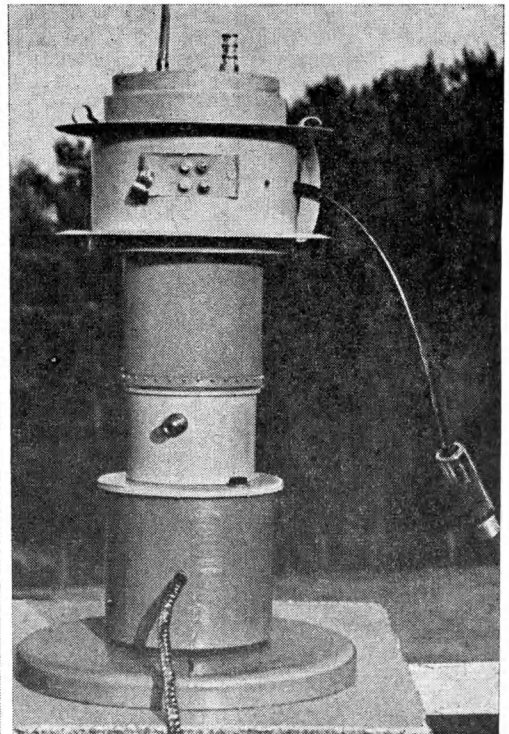


том 1978 и 1979 годов изучение свойств атмосферы над сибирской тайгой было продолжено. Дмитрий Яшков, Игорь Павлов и Александр Демидов получили около 80 снимков звездных следов в 1978 году, Григорий Бакакин и Андрей Колонин — 220 снимков в 1979 году. Участники экспедиции Андрей Гордиенко, Александр Соколенко и Алексей Жданов собрали в 1978 году свыше 70 проб

■
Евгений Латкин и Александр Соколенко снимают фильм о солнечном затмении 2 октября 1978 года. Съемка велась с частотой одного кадра в две секунды, ослабление 10^6 раз, пленка чувствительностью 32 ед. ГОСТа

■
Андрей Оленьков готовит к наблюдениям фотографическую камеру с электронно-оптическим преобразователем. Камера предназначена для фотографирования серебристых облаков

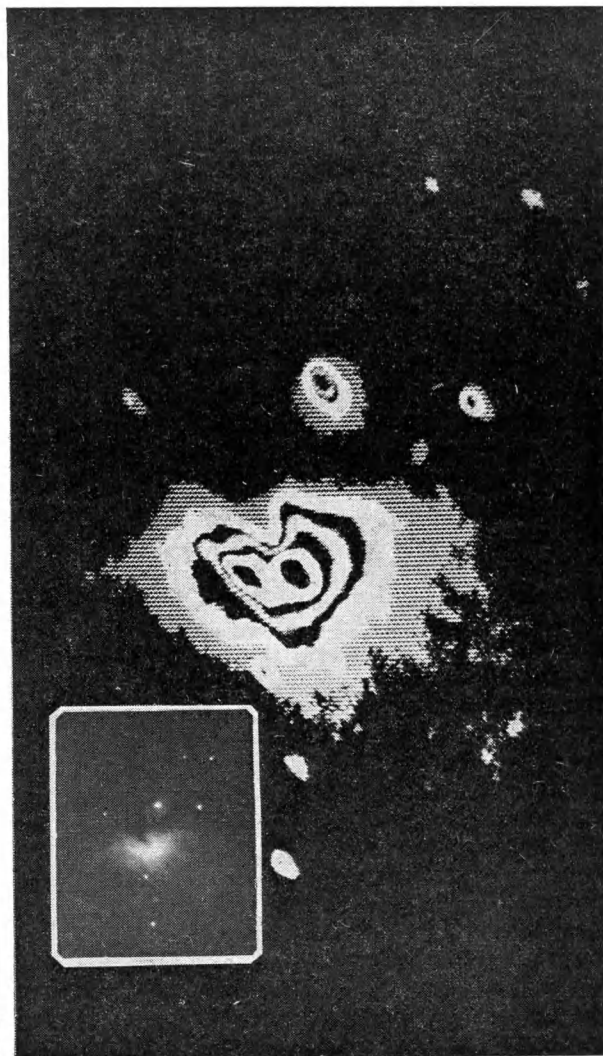




■
Григорий Бакакин во время сбора проб почвы в районе падения Тунгусского метеорита

■
Основной блок установки «Термо-люм» для анализа проб почвы

■
Наталья Козлова (на переднем плане) составляет программу для обработки наблюдений переменных звезд



Ирина Ныжник возле автономного комплекса обработки изображений Вычислительного центра СО АН СССР

Изофоты Большой туманности Ориона, полученные кружковцами с помощью автономного комплекса обработки изображений. Внизу, слева, — отпечаток с негативного изображения туманности

почвы в районе Тунгусской катастрофы, а в 1979 году, когда после предварительных исследований стала очевидной необходимость более частого отбора проб, Александр Красноперов, Андрей Харитонов и Игорь Павлов привезли в Новосибирск около 500 проб почвы. Пробы изучались методом термолюминесцентного анализа.

Как известно, кварц (песок) «способен запоминать» особенно сильные воздействия, будь то высокое давление, большие температуры или жесткое излучение. И если кварц нагреть до 400 °С, то он «возвратит» запасенную энергию в виде светового излу-

чения. По распределению интенсивности излучения в зависимости от температуры нагрева можно судить о том, каким воздействиям подвергались пробы почвы. Световое излучение кварца, разумеется, очень слабое, и для его регистрации нужны чувствительные устройства. Установку «Термолюм», включающую печь для нагрева проб почвы, блок фотоэлектронного умножителя, усилитель, источники питания и систему охлаждения электронного блока, создали кружковцы под руководством Б. Ф. Бидюкова — сотрудника ОКБ Сибирского отделения АН СССР. Результаты экспедиционных исследований в

районе падения Тунгусского метеорита высылаются в Томское отделение ВАГО и Институт оптики атмосферы СО АН СССР.

Оперативная обработка наблюдений невозможна без вычислительной техники. В астрономической лаборатории Клуба юных техников есть специальное устройство, связанное непосредственно с ЭВМ Вычислительного центра Сибирского отделения АН СССР. С помощью этого устройства выполняются трудоемкие расчеты эфемерид и статистическая обработка наблюдательного материала. Для программирования используется алгоритмический язык «Бейсик».

С осени 1978 года кружковцы были допущены к работе на автономном комплексе обработки изображений Вычислительного центра. Комплекс позволяет очень быстро получать изюфоты (линии одинаковой оптической плотности негатива) изображений астрономических объектов. Принцип его действия основан на цветовом разделении различных оптических плотностей негатива. Изображение объекта в цветовых градациях оптической плотности (или яркости) демонстрируется на телевизионном экране. Специальное приспособление дает возможность считывать координаты и значения оптической плотности в любой точке изображения. Другой телевизионный экран установки показывает кривую распределения оптической плотности негатива по осям координат. С помощью этого комплекса кружковцы построили изюфоты яркости серебристых облаков, Луны, кометы Уэста, Большой туманности Ориона. Фотонегативы с изображением этих объектов также получили юные астрономы.

Летом 1979 года астрономическая лаборатория Клуба юных техников Сибирского отделения АН СССР готовилась к IV Всесоюзному слету юных астрономов и космонавтов. Слет успешно прошел в начале октября 1979 года в пионерском лагере «Орленок» под Туапсе.*

* В одном из будущих номеров журнала будет опубликована статья, посвященная работе слета. (Ред.)

Коллектив астрономической лаборатории представил на слет пять научных докладов. Выступление Алексея Авдиенко было посвящено результатам наблюдений лунных и солнечных затмений. Олег Патерик рассказал о применении фотосопротивлений и фотоумножителей в любительской астрономии. Нина Брякоткина и Влада Кириченко сделали сообщения о строительстве астрономической площадки и патрулировании серебристых облаков, которое ведется кружковцами. Наибольший интерес вызвал доклад Андрея Оленькова об итогах экспедиционных исследований в районе Тунгусской катастрофы.

На выставке творческих работ юных астрономов и космонавтов демонстрировались семь приборов, изготовленных в Клубе юных техников СО АН СССР. Высшую оценку (10 баллов) получили астрономическая камера с электронно-оптическим преобразователем и лунно-солнечный фотометр на фотосопротивлении. Внимание участников слета привлекли также установка «Термолюм», реостатный и поляризационный фотометры.

За успехи в развитии научно-технического творчества учащихся, активную работу в подготовке и проведении слета коллектив астрономической лаборатории Клуба юных техников СО АН СССР и ее руководитель награждены Почетными грамотами Центрального совета Всесоюзной пионерской организации имени В. И. Ленина.



Кандидат физико-математических наук
Л. Р. КОГАН

Самодельный радиотелескоп

КОНСТРУИРОВАНИЕ
РАДИОТЕЛЕСКОПА

В статье, опубликованной в предыдущем номере «Земли и Вселенной» (с. 72—75), читатели познакомились с различными схемами радиотелескопов и узнали, что одна из самых простых и надежных схем для самодельного радиотелескопа — радиоинтерферометр с переключением фазы. Рассмотрим, как сделан каждый из блоков, входящих в схему радиоинтерферометра.

Антенна типа «волновой канал» наиболее подходит для радиоинтерферометра, работающего в метровом диапазоне волн. Она состоит из активного вибратора, к которому присоединяется приемник, и пяти пассивных вибраторов. Эффективная площадь этой антенны на частоте 150 МГц равна примерно 6 м². Антенным вибратором служит петлевой вибратор, который крепится вместе с пассивными вибраторами к общему металлическому стержню. Вибраторы делают из медной или алюминиевой трубки диаметром 5—10 мм.

Антенна подсоединяется к приемнику с помощью фидера. Если фидером

Окончание. Начало см. № 1, 1980 г.

служит двухпроводная линия, то активный вибратор соединяется с линией непосредственно. Но в качестве фидера на метровых волнах обычно используется стандартный коаксиальный кабель. Его нельзя присоединять к линии без симметрирующих устройств, ибо в этом случае уменьшается эффективная площадь антенны. **Симметрирующее устройство** может быть выполнено в виде **U-колена**—отрезка коаксиального кабеля длиной $\lambda_k/2$. Длина волны в кабеле (λ_k) определяется по формуле:

$$\lambda_k = \frac{\lambda}{\sqrt{\varepsilon}}, \quad (10)$$

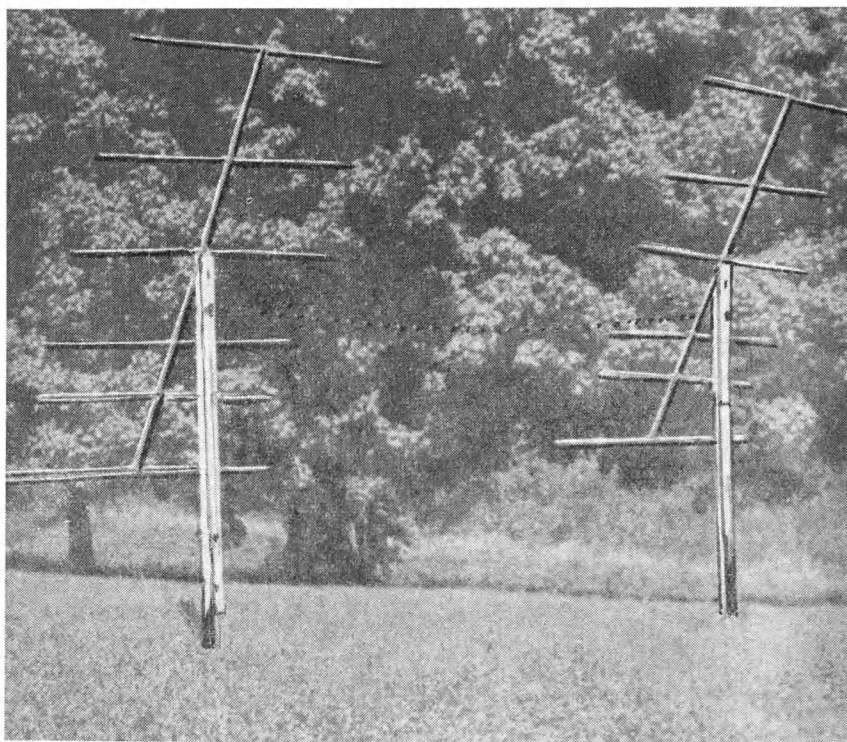
где ε — диэлектрическая проницаемость диэлектрика в кабеле (обычно $\varepsilon=2,2$).

Соединяя антенну с фидером, необходимо выполнить условие согласования, которое заключается в равенстве сопротивления нагрузки (входное сопротивление антенны вместе с U-коленом) волновому сопротивлению кабеля. Если условия согласования нарушены, то часть принимаемого сигнала отразится, что приведет к уменьшению эффективной площади антенны.

Ко входу основного кабеля параллельно подсоединены сопротивление $R_a/2$ антенны (в точках а—б) и сопротивление полуволновой линии, замкнутой на дальнем конце (в точках б—в) на сопротивление $R_a/2$ антенны. В результате ко входу кабеля оказываются подключенными параллельно два сопротивления $R_a/2$, так как полуволновая линия трансформирует сопротивление с одного конца на другой без изменения, то есть кабель нагружен сопротивлением $R_a/4$. В случае петлевого вибратора $R_a=290$ Ом; $R_a/4 \approx 75$ Ом. Если использовать в качестве фидера стандартный коаксиальный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом, то условие согласования будет выполнено.

Собранную антенну следует закрепить на мачте таким образом, чтобы была возможность менять направление максимального приема. Это необходимо для наведения антенны на источник.

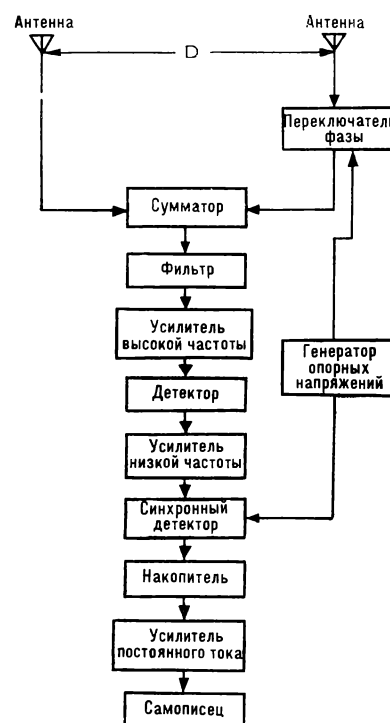
Переключатель фазы должен периодически изменять фазу сигнала от



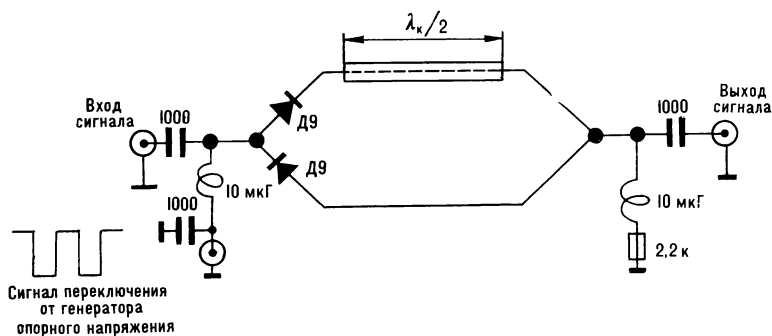
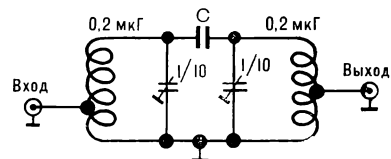
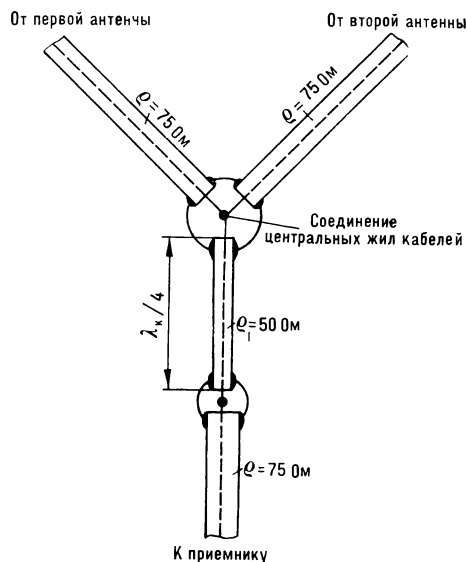
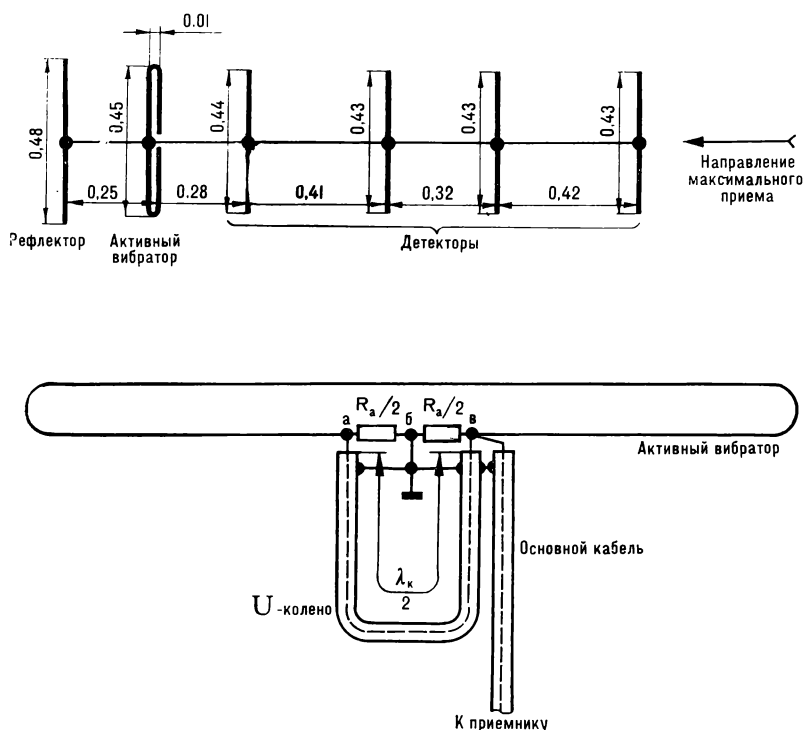
одной антенны на 180° . Простейшая схема такого переключателя приведена на рисунке. В зависимости от знака сигнала переключения будет открыт верхний или нижний диод и, следовательно, включен или не включен в тракт кабель длиной $\lambda_k/2$. Подключение последовательно кабеля длиной $\lambda_k/2$ сдвигает фазу сигнала на 180° . Переключатель фазы должен быть размещен в отдельном корпусе.

Сумматор можно выполнить, соединив центральные жилы кабелей от антенн. При этом следует обратить внимание на согласование.

■
Антенны радиointерферометра.
(Рисунок из журнала «Sky and Telescope», 1978, 56, 4)



■
Блок-схема радиointерферометра с переключением фазы



Антенна типа «волновой канал». Указаны размеры элементов антенны в долях длины волны наблюдений

Симметрирующее устройство в виде U-колена

Схема переключателя фазы

Соединение параллельно двух кабелей с волновым сопротивлением 75 Ом образует для последующего фидера нагрузку $R_H = 75/2 = 37,5$ Ом. Чтобы согласовать эту нагрузку с кабелем, волновое сопротивление которого ρ , нужно включить после нагрузки отрезок кабеля с волновым сопротивлением $\rho_1 = \sqrt{\rho R_H}$ длиной $\lambda_k/4$.

Если выбрать в качестве фидера кабель с волновым сопротивлением $\rho = 75$ Ом, то при $R_H = 37$ Ом получим

$\rho_1 = 53$ Ом. Таким образом, стандартный кабель с волновым сопротивлением 50 Ом можно использовать для согласующей секции длиной $\lambda_k/4$.

Фильтр выделяет полосу частот, на которой ведется прием радиосигналов. Если мы хотим повысить чувствительность радиотелескопа, полосу частот нужно взять как можно шире. Но, чтобы избавиться от помех, ее следует уменьшить. Компромисс может быть достигнут при ширине полосы 1—2 МГц. Реализовать такую полосу на частоте 150 МГц — задача непростая. Если из-за помех потре-

Схема сумматора, ρ — волновое сопротивление кабелей

Схема фильтра, настроенного на частоту 150 МГц

буется сузить полосу, придется перейти к супергетеродинному приемнику, в котором основное усиление и формирование полосы осуществляется на более низкой (промежуточной) частоте.

Фильтр настраивается на нужную частоту с помощью переменных конденсаторов. Место припайки отводов от катушек подбирается из условия согласования на входе и выходе. Сформировать прямоугольную частотную характеристику фильтра позволяет конденсатор C (см. схему). Конденсатор может быть выполнен в виде двух скрученных проводов типа ПЭЛ длиной около 1 см. Уменьшая их длину, можно менять значение емкости. Удобно размещать фильтр в корпусе, аналогичном корпусу усилителя и, конечно, использовать те же разъемы. Это позволит легко менять место включения фильтра. При необходимости можно включить несколько фильтров.

Усилитель высокой частоты можно собрать, соединив последовательно каскады широкополосного усилителя, полоса пропускания которого 0,5—300 МГц. Температура шумов усилителя, если он собран на транзисторах ГТ 329, около 500 К, а на транзисторах ГТ 362 — около 300 К. Поскольку шумы системы определяются в основном первым каскадом («Земля и Вселенная», 1980, № 1, с. 72—75.—Ред.), то лишь в нем следует использовать транзисторы типа ГТ 362. Схема не требует подбора элементов при смене транзисторов и устойчива к самовозбуждению. Желательно каждый каскад усилителя (в крайнем случае, два) помещать в отдельный корпус. Такая компоновка обеспечивает большую устойчивость к самовозбуждению и позволяет оперативно изменять конфигурацию усилителя. Соединять элементы внутри каскада следует как можно более короткими проводниками. Каскады соединяются между собой с помощью стандартных высокочастотных разъемов.

Требуемое на высокой частоте усиление определяется чувствительностью регистрирующего прибора и диапазоном напряжений, при которых детектор имеет квадратичную характеристику.

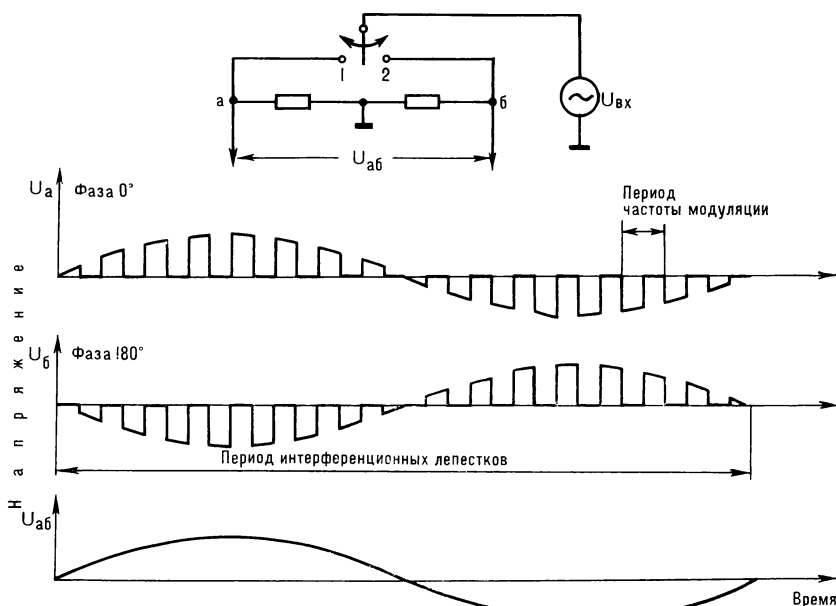
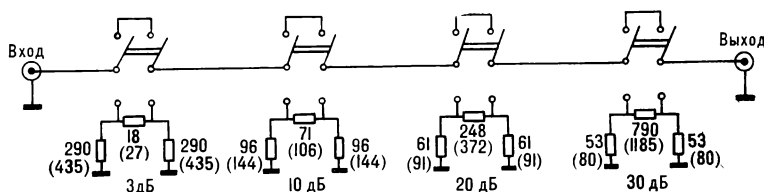
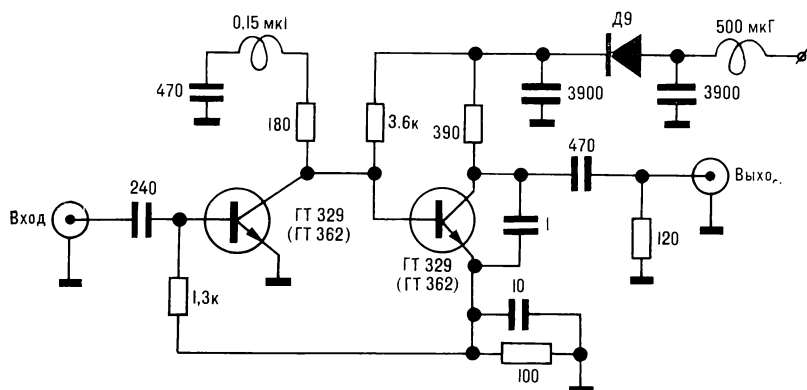
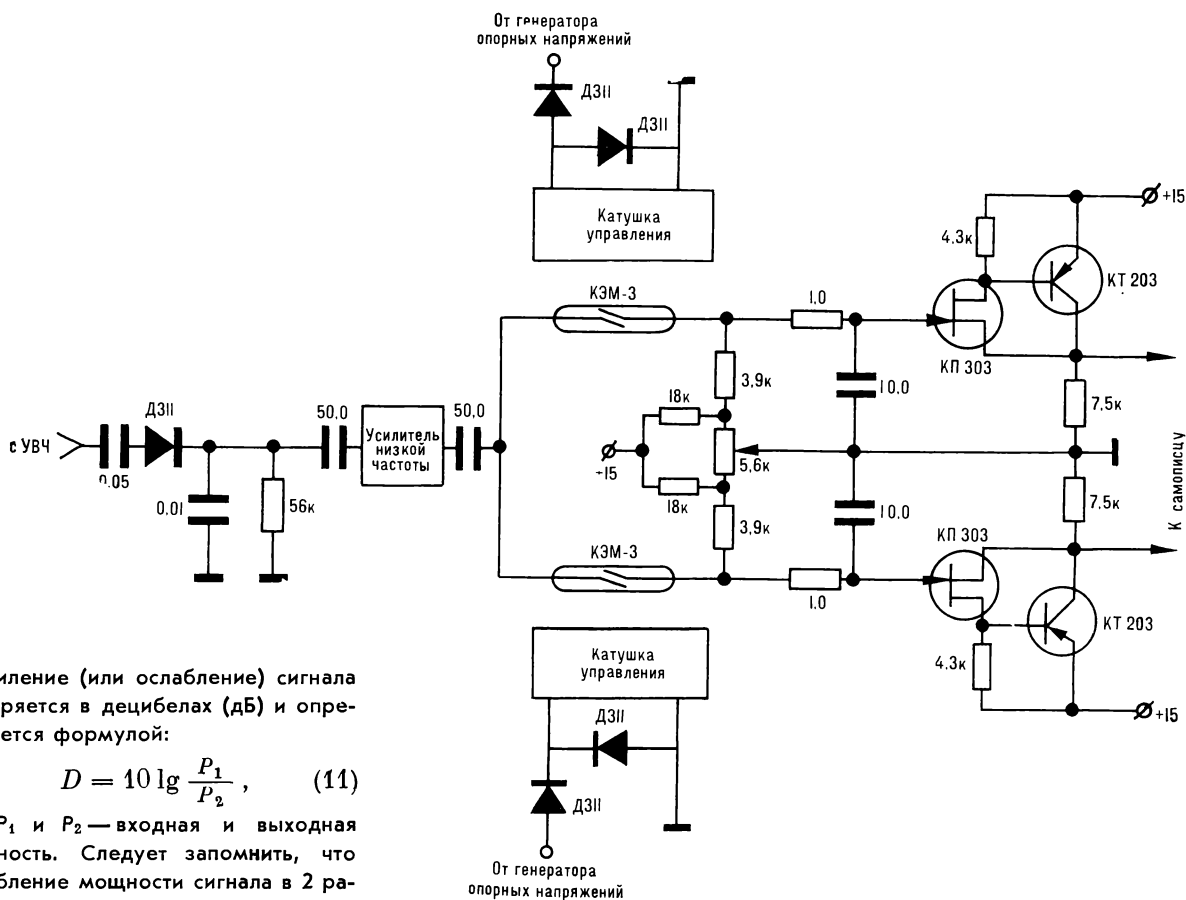


Схема одного каскада широкополосного усилителя

Эквивалентная схема синхронного детектора

Схема аттенюатора. Номиналы резисторов указаны для входного сопротивления 50 Ом, в скобках — для входного сопротивления 75 Ом



Усиление (или ослабление) сигнала измеряется в децибелах (дБ) и определяется формулой:

$$D = 10 \lg \frac{P_1}{P_2}, \quad (11)$$

где P_1 и P_2 — входная и выходная мощность. Следует запомнить, что ослабление мощности сигнала в 2 раза соответствует примерно 3 дБ. При усилении $P_1 > P_2$ и значение усиления в децибелах положительно. При ослаблении, наоборот, $P_1 < P_2$ и значение ослабления в децибелах отрицательно. Если каскады усилителя (аттенюатора) соединены последовательно, то общее усиление (ослабление) в децибелах равно алгебраической сумме усиления (ослаблений) отдельных каскадов. Один каскад предлагаемого широкополосного усилителя дает усиление около 20 дБ. В нашем случае необходимо усиление около 120 дБ (шесть каскадов). При правильно подобранном усилении отклонение пера на самописце должно быть пропорционально мощности входного сигнала.

Регулировка усиления осуществляется **аттенюатором**, включенным между первыми и последними тремя каскадами усилителя. Основные тре-

бования, предъявляемые к аттенюатору, — это достаточная точность вносимого ослабления сигнала и обеспечение согласования при любых значениях ослабления.

Аттенюатор собирается на резисторах. Обычные резисторы, например типа МЛТ, выпускаются с отклонениями от номинала в 5 или 10%. Поэтому необходимо с помощью точного омметра выбрать нужные резисторы для аттенюатора.

Секции аттенюатора во избежание взаимного влияния следует разделить металлическими перегородками. Для переключения можно использовать микротумблеры типа МТД-3. При изготовлении аттенюатора необходимо соединения делать как можно более короткими проводниками.

Детектор и усилитель низкой частоты имеют схемы, которые ничем не отличаются от схем аналогичных узлов в радиовещательных приемни-

ках. Полоса пропускания усилителя низкой частоты должна быть ограничена значением, несколько превышающим частоту модуляции, чтобы уменьшить уровень входных шумов. Еще лучше использовать для ограничения полосы пропускания усилителя синхронные фильтры, которые вырезают узкую полосу вблизи частоты модуляции. В усилителе низкой частоты должна быть предусмотрена регулировка усиления, чтобы обеспечить необходимое отклонение пера самописца.

Нагрузкой усилителя низкой частоты служит **синхронный детектор** (см. его эквивалентную схему). Входной сигнал подключается поочередно к контакту 1 и к контакту 2 синхронно с частотой модуляции. В положении переключателя 1 входное напряжение прикладывается к точке а. Напряжение в этой точке пропорционально амплитуде интерференцион-

ных лепестков в момент замыкания контакта 1 и равно нулю в остальное время. В момент замыкания контакта 2 напряжение в точке 6 пропорционально амплитуде интерференционных лепестков, сдвинутых на 180° , так как синхронно в тракт второй антенны вводится в это время фазовый сдвиг 180° . После вычитания U_6 из U_a получим, что напряжение между точками а и б пропорционально амплитуде интерференционных лепестков. Если частота модуляции выбрана достаточно большой — такой, что можно считать коэффициент усиления постоянным в течение периода модуляции, то нестабильность коэффициента усиления не будет сказываться. Рекомендуем использовать частоту модуляции порядка 50—100 Гц. Следует иметь в виду, что во избежание влияния сетевых наводок нельзя выбирать частоту модуляции, близкой к 50 Гц.

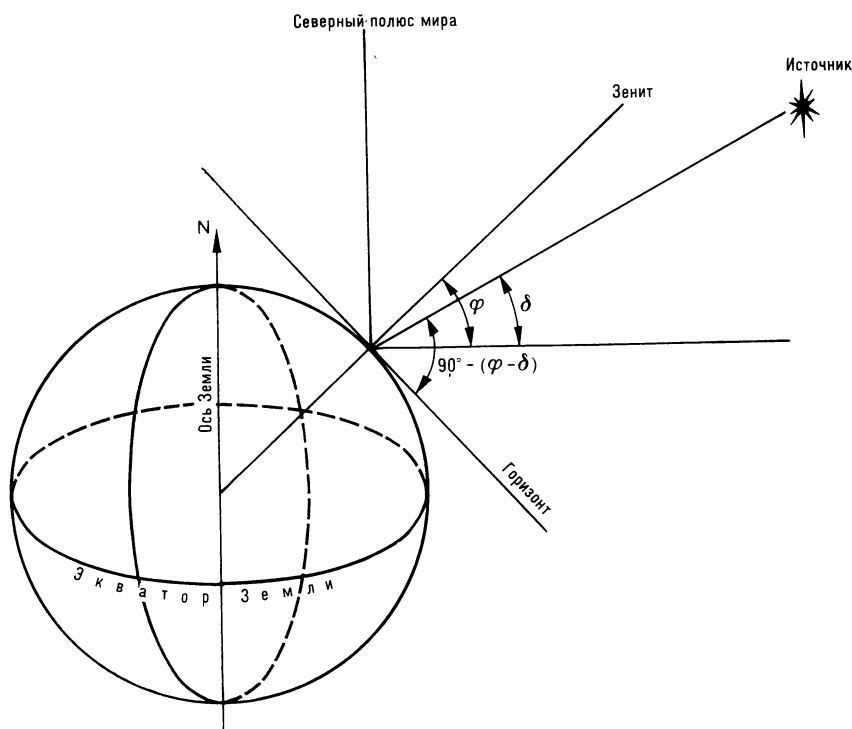
Электрическая схема низкочастотной части радиометра приведена на рисунке. Переключателем в синхронном детекторе служит реле на герконах. Это — контакты, помещенные в вакуум. Контакты замыкаются под действием магнитного поля, создаваемого наружными катушками управления. Реле работают до частоты 100 Гц. Более подробно о герконах рассказано в журнале «Радио» (1970, № 9), где, в частности, приводятся данные катушек управления. В настоящее время промышленность выпускает готовые герконовые реле; например, реле РЭС 55 обеспечивает необходимую нам коммутацию на два положения. На более высоких частотах модуляции, где герконы не работают, синхронный детектор делают на диодах или транзисторах.

После синхронного детектора ставится **накопитель** — RC -фильтр. Время усреднения RC -фильтра определяется соотношением:

$$\tau [с] = R [МОм] \cdot C [мкФ]. \quad (12)$$

В нашей схеме $R = 1 МОм$, $C = 10 мкФ$, $\tau = 10 с$.

Для согласования высокоомного выхода накопителя с обычно низкоомным входом самописцев используется балансная схема **усилителя постоянного тока** с высоким входным



сопротивлением. Переменное сопротивление обеспечивает смещение нуля на самописце.

Генератор опорного напряжения состоит из мультивибратора, который запускает триггер, и выходных каскадов, снимающих противофазные напряжения с двух плеч триггера.

Функции регистрирующего прибора могут выполнять потенциометры типа КСП-4, ЭПП-09 или милливольтметр самопишущий типа Н 339.

ЧТО НАБЛЮДАТЬ И КАК НАБЛЮДАТЬ?

Итак, вы построили радиотелескоп. Теперь необходимо решить, где его установить, что наблюдать и как наблюдать.

Радиотелескоп должен быть удален от источников помех — от трасс интенсивного автомобильного движения (искрения в системе зажигания автомобилей создают широкий спектр электромагнитного излучения) и крупных промышленных объектов. Лучше расположить радиотелескоп в лесу, так как листва хорошо поглощает излучение земного происхождения.

В радиоастрономии положение источника определяется склонением (δ) — углом между направлением на источник и плоскостью небесного экватора и прямым восхождением (α) — углом между направлением на точку весеннего равноденствия и плоскостью, проходящей через полюсы мира и источник. Склонение измеряется в градусах, прямое восхождение — в часах (24 часа соответствуют 360°). При вращении Земли высота источника изменяется и достигает максимального значения (кульминации) в момент, когда положение источника совпадает с плоскостью меридиана места установки радиотелескопа. Время между данным моментом t и моментом кульминации источника называется часовым углом H :

$$H = \frac{T_c}{T_{зв}} t - \alpha - \lambda + S_0, \quad (13)$$

где λ — долгота места установки ра-

■
Антенна радиотелескопа должна быть наклонена к горизонту на угол $90 - (\varphi - \delta)$ градусов. Это направление совпадает с направлением на источник в момент его кульминации



В. А. ОРЛОВ

«Интеркосмос»: пилотируемые полеты

Марки, выпущенные в СССР и зарубежных странах и посвященные международным пилотируемым космическим полетам, положили начало новому разделу космической филателии — «Пилотируемые космические полеты по программе «Интеркосмос». Эти почтовые миниатюры по-

ступают в обращение буквально в первые же дни после завершения очередного полета. Причем издаются они отдельными сериями, по три крупноформатных марки в каждой. Марки снабжены эмблемой «Интеркосмоса», изображенной на фоне Государственного флага СССР и флага страны-

участницы данного полета. Общее для всех марок этих серий название: «Международные полеты в космос».

О совместном космическом полете СССР—ЧССР (А. А. Губарев, В. Ремек; 2—10 марта 1978 года) («Земля и Вселенная», 1978, № 3, с. 4—5.— Ред.) рассказывает серия из

КООРДИНАТЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯРКИХ РАДИОИСТОЧНИКОВ

Наименование источника	Координаты (1950 г.)		Поток на 150 МГц, Ян	Тип
	α	δ		
Солнце	—	—	10^4 — 10^7	Остаток сверхновой Галактика
Кассиопея А	23h24m	58°33'	11000	
Лебедь А	19h58m	40°36'	8100	
Телец А	5h31m	21°58'	1400	
Дева А	12h28m	12°40'	970	Остаток сверхновой в Крабовидной туманности Галактика

диотелескопа; $T_c = 24$ часа — период вращения Земли вокруг оси относительно Солнца, или средние солнечные сутки; $T_{зв} = 23$ часа 56 минут 4 секунды — период вращения Земли вокруг оси относительно звезд, или звездные сутки; S_0 — звездное время в среднюю гриничскую полночь соответствующей календарной даты, звездное время можно взять из «Астрономического ежегодника».

Антенны радиотелескопа следует разместить на линии восток — запад. Каждая из антенн устанавливается под углом $90^\circ - (\varphi - \delta)$ градусов к горизонту (φ — широта места установки) в направлении на юг. Тогда при вращении Земли направление максимального приема антенны будет указывать на точки неба, имеющие одно и то же склонение. В мо-

мент кульминации источника направление максимального приема антенны совпадает с направлением на источник. Если ширина диаграммы направленности каждой антенны $\Delta\theta$, то сигнал от источника будет наблюдаться в течение времени T

$$T [r] = \frac{\Delta\theta [\text{град.}]}{15 \cos \delta} \quad (14)$$

Для антенны типа «волновой канал» $\Delta\theta \approx 30^\circ$ и при $\delta = 0^\circ$ $T = 2$ часа. Длительность интерференционного лепестка Δt определяется формулой:

$$\Delta t [\text{мин}] = 229,2 \frac{\lambda}{D \cos \delta \cos H}, \quad (15)$$

где D — расстояние между антеннами, или база интерферометра. Чтобы амплитуда интерференционных лепестков не уменьшалась при наблю-

дении протяженного источника, длительность лепестка должна быть больше размеров источника. Например, при наблюдении Солнца необходимо, чтобы длительность лепестка намного превышала две минуты. Это условие ограничивает длину базы. Если выбрать $\Delta t = 10$ минутам, то согласно формуле (15), $D \approx 22\lambda = 44$ м. При наблюдении точечных источников длина базы ограничивается стабильностью длин кабелей, соединяющих антенны с радиоприемником. Начинать наблюдения рекомендуем с базой не более 100 м (50 λ).

Какие же источники можно наблюдать с помощью этого радиотелескопа? Подставив в формулу (9) значения $T_{ш}$, Δf , τ , S ($T_{ш} = 300$ К, $\Delta f = 1$ МГц, $\tau = 10$ с, $S = 6$ м²), определенные выше, найдем минимальный поток, который обнаружит наш радиотелескоп:

$$F_{\min} = 500 \text{ Ян.}$$

В таблице приведен список источников с потоком радиоизлучения, превосходящим 500 Ян на частоте 150 МГц. О характере излучения этих источников можно прочесть в книге С. А. Каплана «Элементарная радиоастрономия» (М., «Наука», 1966).



трех марок. На первой марке — ракета-носитель с космическим кораблем «Союз-28» на стартовой позиции космодрома. На переднем плане — космонавты А. А. Губарев и В. Ремек в скафандрах перед посадкой в корабль. Внизу — Государственные флаги СССР и ЧССР, а между ними эмблема «Интеркосмос» (такое же оформление присуще и другим маркам этой серии). На второй марке, отображен момент причаливания и стыковки «Союза-28» и станции «Салют-6». На третьей — спускаемый аппарат с раскрытым парашютом, слева

от него — вертолет поисково-спасательного комплекса.

Информацию о полете содержат и марки, посвященные 96-суточному полету космонавтов Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко («Земля и Вселенная», 1979, № 3, с. 75—76.—Ред.). ЧССР посвятила этому полету две серии марок. В первой из них — марки с портретом Ю. А. Гагарина выпуска прошлых лет с надпечаткой: «Совместный советско-чехословацкий космический полет». Вторая серия состоит из пяти крупноформатных марок и почтового блока. На марках пока-

заны: установщик с ракетно-космической системой и «Союз-28» в разрезе; А. А. Губарев и В. Ремек в скафандрах на фоне стартовой ракеты; основной экипаж (Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко) на фоне орбитальной станции, а рядом научно-исследовательский корабль, участвовавший в управлении полетом; В. Ремек, А. А. Губарев, Г. М. Гречко, Ю. В. Романенко на борту станции гасят конверты специальным штемпелем, воспроизведенным на марке с текстом на русском и чешском языках: «Совместный полет СССР—ЧССР. «Союз» — «Салют». 2.3.1978»; станция в полете, текст: «Орбитальный космический комплекс «Салют-6» — «Союз». Первая космическая почта», здесь же марка с портретом Ю. А. Гагарина и, наконец, спускаемый аппарат после приземления. Надпись: «Союз-28», посадка 10.3.1978». На блоке — повторение сюжета второй марки.

Этому полету посвятила марку и ВНР. Марка отражает работу В. Ремека на борту станции, когда он гасит конверты специальным штемпелем бортовой космической почты.

Очень красочен почтовый блок Монголии. Хотя его выпуск был приурочен к Всемирной выставке почтовых марок «Прага-1978», он целиком посвящен полету корабля «Союз-28». На марке блока портреты А. А. Губарева и В. Ремека, а на его полях — старт ракеты-носителя с космическим кораблем «Союз-28» на борту, полет комплекса «Салют-6» — «Союз-26» — «Союз-28» в режиме причаливания, приближение спускаемого аппарата к поверхности Земли, мягкое приземление и выход из аппарата космонавтов.

Совместный космический полет СССР — ПНР (П. И. Климук, М. Гермашевский; 27 июня — 5 июля 1978 года) («Земля и Вселенная», 1978, № 5, с. 2—5.—Ред.). Советская серия состоит из трех крупноформатных марок. На первой показана транспортировка ракетно-космической системы «Союз». На второй марке — научный комплекс «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-30» и крупным планом изображена схема технологического эксперимента «Сирена», вы-



полненного на борту станции. На третьей — полет комплекса в режиме причаливания корабля «Союз-30». Карта мира в Центре управления полетом выделена в отдельный рисунок с обозначением схемы командно-измерительного комплекса. В ПНР выпущены два блока. Каждый состоит из шести одинаковых портретных марок и двух разных купонов. На верхнем поле блока надпись: «Первый полет в космосе» (она же повторяется на всех марках). На нижнем поле — «Интеркосмос-1978». На марках первого блока М. Гермашевский в скафандре, на левом верхнем купоне — система Коперника, на первом нижнем — эмблема, образованная Государственными флагами СССР и ПНР. На марках второго блока — портрет М. Гермашевского на фоне земного шара и стилизованной космической орбиты. На купонах — ракета-носитель «Союз» и ракета польского пионера ракетной техники К. Сименовича. Польские марки были выпущены и в другом варианте, с надпечаткой «27.6.1978».

Серия из трех крупномасштабных марок, выпущенных в нашей стране, посвящена и совместному космиче-

скому полету СССР — ГДР (В. Ф. Быковский, З. Йен; 26 августа — 3 сентября 1978 года) («Земля и Вселенная», 1978, № 6, с. 4—5. — Ред.). На первой марке — монтажно-испытательный корпус космодрома и корабль «Союз-31». На второй — орбитальный научный комплекс «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31» в полете и выполнение его экипажем эксперимента «Радуга». На третьей — полет корабля «Союз-29», как он виден на экране телевизора во время отделения его от орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-31».

Почта ГДР выпустила серию из четырех марок и блока. На первой — комплекс «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31», крупным планом показан корабль «Союз» и многозональная камера МКФ-6М. На второй марке — «Союз-31» в разрезе; здесь же — портрет А. Эйнштейна. На третьей — космонавт-исследователь З. Йен. На четвертой — полет корабля «Союз-31» и станции «Салют-6» в режиме причаливания и стыковки. Рядом изображен полет на планере немецкого инженера и изобретателя О. Лилянталя. На почтовом блоке — портреты космонавтов В. Ф. Быковского

и З. Йена на фоне космического комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31». На нижнем поле блока надпись: «Союз-31». Старт 26.8.1978». Кроме серии в ГДР выпущена и отдельная марка с изображением корабля «Союз-31» в полете.

На двух советских крупноформатных марках запечатлен совместный космический полет СССР — НРБ (Н. Н. Рукавишников, Г. И. Иванов; 10—12 апреля 1979 года) («Земля и Вселенная», 1979, № 4, с. 3, 3-я стр. обложки. — Ред.). На первой марке — Н. Н. Рукавишников и Г. И. Иванов у открытого люка корабля «Союз-33» перед запуском. На этой же марке экипаж показан на своих рабочих местах в спускаемом аппарате. На второй марке — космонавты на фоне спускаемого аппарата после приземления, параболическая антенна наземной станции космической связи, вертолет поисково-спасательного комплекса. Есть и отдельная марка, рассказывающая о пилотируемых полетах по программе «Интеркосмос», но вышла она в ознаменование Дня космонавтики 1979 года. На фоне эмблемы «Интеркосмос» изображены космический комплекс в полете, схемы научных экспериментов «Сирена» и «Радуга», космонавты перед посадкой в корабль, научно-исследовательское судно «Космонавт Юрий Гагарин», авиаконверт с почтовой маркой, погашенной специальным штемпелем «Космическая почта». Министерство связи НРБ приурочило к этому полету выпуск серии, состоящей из пяти марок и блока. На двух марках — портреты космонавтов, на остальных — ракета-носитель с космическим кораблем «Союз», комплекс «Салют» — «Союз», спускаемый аппарат корабля «Союз».

Вышла большая серия марок на Кубе (6 марок и блок), посвященная пилотируемым полетам по программе «Интеркосмос». На марках изображена ракетно-космическая техника СССР, Государственные флаги СССР, ЧССР, ПНР, ГДР.



Доцент
П. Г. КУЛИКОВСКИЙ

О доблести, о подвигах полярных исследователей

Гидрометеиздат выпустил в 1979 году небольшую книгу Зиновия Каневского «Бороться и искать!» с подзаголовком «Размышления о профессии полярника». В тринадцати главах этой книги малого формата вдохновенно рассказана не только история изучения Арктики, начиная с полярного мореплавателя, грека Пифея из Массалии (ныне Марсель), но и многое другое. Даже простое перечисление глав говорит о широте охвата проблемы и о неисчерпаемой эрудиции автора. Но главное достоинство книги, с моей точки зрения, тот настрой и вдохновение, с которым написаны все ее страницы. Изложение насыщено фактами, идеями, сведениями биографического характера, много внимания уделено истории науки и культуры многих стран. Вот уж подлинно где словам тесно, мыслям просторно!

Предисловие к книге написано почетным полярником, профессором Н. Н. Урванцевым. Он представляет читателям автора — географа по образованию и почетного полярника, не раз зимовавшего на северных станциях и плававшего в арктических морях, автора ряда книг об Арктике.

В первой главе «Под звездным ковшом» автор рассказывает о самых ранних попытках проникнуть в Арктику, в том числе и о попытке, предпринятой на Руси в XII веке.

Вторая глава «Имя на карте» повествует об истории многих наименований, которые имеются на современной карте Советской Арктики. Среди них немало имен выдающихся исследователей Арктики и скромных тружеников, без которых невозможно было бы ее освоение.



«Арктические провидцы» — так автор называл третью главу своей книги. Она начинается словами М. В. Ломоносова: «Могущество и обширность морей окружающих требует... рачения и знания. Между протчими Северный океан есть пространное поле, где... усугубиться может Российская слава, соединенная с беспримерной пользой, через изобретение Восточно-северного мореплавания». Здесь рассказывается о людях, которые верили в будущее Севера и много делали для его исследования и освоения. Таким был М. К. Сидоров (1823—1887) — промышленник, завещавший большую часть своего состояния на нужды Крайнего Севера. Он предлагал обратить его «на пользу человечеству — для поощрения русских изобретений, особенно по

мореплаванию»..., для подготовки «мореходов и ремесленников между самоедами, юраками, долганами, якутами, лопарями... на образование из них докторов...». Таким был и русский морской офицер Н. Г. Шиллинг (1828—1910), вся жизнь которого прошла в плаваниях, сражениях и изысканиях. В 1856 году, изучая океанские течения и дрейфующие льды, он пришел к выводу, что в Баренцевом море существуют неизвестные еще острова. Через 8 лет острова были открыты и названы Землей Франца-Иосифа. Шиллинг первым обратил внимание на некоторые особенности морских течений. Позднее это привело к открытию гигантского подводного хребта Ломоносова. Географ профессор Я. Я. Гаккель (1901—1965), участник шестнадцати высокоширотных экспедиций, предсказал существование еще одного подводного вулканического хребта. Через несколько лет после смерти ученого этот подводный хребет был открыт и ему было присвоено имя Гаккеля. Среди прочих автор вспоминает и еще одного «провидца» — Жюль Верна, который поместил в район Северного полюса остров с действующим вулканом.

В четвертой главе «Первые советские...» читатель познакомится с первыми русскими исследователями Арктики, в их числе были ссыльные революционеры В. А. Русанов (1875—1913?) и Р. Л. Самойлович (1881—1940). Здесь же автор описывает рейс ледокола «Красин», предпринятый для спасения семерых участников итальянской полярной экспедиции на дирижабле «Италия», первые шаги полярной авиации. Из этой главы чита-

тель узнает о первой в истории дрейфующей станции «Северный полюс» и о деятельности советских полярников в 30-е годы.

«Дальняя зимовка» — так называется пятая глава книги. Она начинается пророческими словами М. В. Ломоносова, в которых выражена «генеральная задача» освоения богатств Земли, в частности, северных областей: «О, если бы все труды, заботы, издержки и бесконечное множество людей, истребляемых и уничтожаемых свирепством войны, были обращены на пользу мирного научного мореплавания! Не только были бы уже открыты донныне неизвестные области обитаемого мира и соединяемые со льдом берега у недоступных донныне полюсов, но могли бы быть, кажется, обнаружены усердием людей тайны самого дна морского. Насколько возросло бы наше благосостояние от обмена избыточествующих вещей между народами и насколько заблестел бы свет науки после раскрытия новых тайников природы!» Глава посвящена истории Первого Международного Полярного Года (1882—1883). Для его проведения Российская академия наук создала Полярную комиссию, в которой приняли участие многие научные учреждения страны. Автор рассказывает о Гидрографической экспедиции в Северный Ледовитый океан (1914—1915) и об организации первых полярных станций — «зимовок». Зимовщики проводили различные научные наблюдения, а кроме того лечили местных жителей, несли культуру отсталым в то время народам Севера. Крайне малочисленный состав зимовок (три и даже два человека) породил сложную проблему «психологической совместимости», получившую новое звучание с началом космической эры. Она выявила общее для большинства полярников свойство — доброту. Автор пишет: «...на полярной зимовке, в сложной высокоширотной экспедиции жизнь была бы стократ тяжелее и опаснее, не работай там обычные люди с золотым сердцем».

Шестая глава книги называется «Пишем то, что наблюдаем, а чего не наблюдаем — не пишем». Эти слова адмирала С. О. Макарова — незыбле-

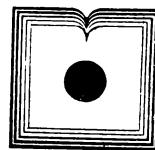
мое правило исследователей Арктики (отличное правило для всех естествоиспытателей, не правда ли?). Описывается тяжелый труд полярных метеорологов, гидрологов, магнитологов, которые в любую погоду должны снимать показания приборов, бурить во льду лунки для определения толщины льда и измерения температуры воды под ним.

А бывают случаи, когда зимовщик, вышедший из домика на метеоплощадку, расположенную в сотне метров, никогда уже не возвращается на станцию... Автор вспоминает драматические эпизоды борьбы человека с арктической природой. О своей собственной трагедии он пишет скупое: «Товарищу Анатолия (погибшего — П. К.) посчастливилось выжить, за ним через несколько дней прилетели полярные летчики. В густом тумане они сумели посадить машину и увезти его сначала в Диксон, а потом в Москву. Мастерство хирургов (ампутация обеих рук по локоть! — П. К.), доброта близких и друзей, их долготерпение и вера помогли ему вернуться к полноценной жизни, к Арктике и написать эту книгу». Шестая глава книги — наиболее выразительная, эмоциональная и впечатляющая.

В седьмой главе, названной «Два капитана». Книга и жизнь», автор анализирует известный роман В. А. Каверина, описывает прототипов его главного героя капитана Татаринова, среди которых был и британский офицер Р. Скотт, достигший Южного полюса. Кстати сказать, первые слова юношеской клятвы Сани Григорьева послужили заглавием рецензированной книги З. Каневского. Эти слова звучат девизом мужественных и отважных.

Восьмая глава «Фритьоф Нансен, так и не достигший Северного полюса» посвящена великому норвежцу, другу Советской России.

Девятая глава, названная «Полярник», повествует о Б. А. Кремере (1908—1976), который почти 40 лет был моим большим другом, несмотря на разделявшие нас расстояния и редкие встречи. Высокую оценку деятельности полярника и ученого (бывшего долгие годы начальником отдела полярных станций Главного уп-



КНИГИ
О ЗЕМЛЕ
И НЕБЕ

равления Севморпути) дал после его смерти заместитель директора Британского полярного института имени Р. Скотта доктор Т. Армстронг. Выступая на траурной панихиде в Москве, он сказал: «Дорогой Борис! Вы навсегда останетесь для нас, людей разных национальностей, образцом и олицетворением полярника!» Б. А. Кремер похоронен на Северной Земле, на могиле его высечены слова: «Бороться и искать!»...

«По ледяной земле» — это десятая глава книги. В ней автор рассказывает о подвиге человечности и мужества советских полярников в 1933 году на Новой Земле, подвиге, о котором нельзя читать без волнения. Группа советских полярников и один немецкий геофизик, зимовавшие на станции «Русская гавань», выдержав тяжелейшие испытания, доставили на другую станцию «Мыс Желания» драгоценные радиолампы для передатчика. Так была обеспечена необходимая связь ледокола «Красин», шедшего на Новую Землю, с полярными станциями.

Труду радистов в Арктике посвящена одиннадцатая глава «Сыны и дочери эфира». Среди неутомимых и самоотверженных подвижников, которым автор дал такое поэтическое имя, выделялся Э. Т. Кренкель (1903—1971). Этот легендарный папанинец, искусный коротковолновик, проложивший сверхдлинный «радиомост» от Арктики до Антарктики, был скромным и необыкновенно добрым к людям.

Двенадцатая глава «Когда медицина всесильна» знакомит нас с работой врачей в Арктике. Своим здоровьем, а иногда и жизнью обязаны им мно-

гие полярники и старожилы высоких широт. Заканчивается глава описанием операции аппендицита. Казалось бы, что особенного? Заурядная операция. Только хирургу Л. Rogozovu пришлось ее делать... себе самому. С помощью друзей по зимовке и большого зеркала, в котором отражалось «операционное поле», операция прошла успешно.

Последнюю главу книги автор называл «Профессия? Полярник». В ней З. Каневский говорит о качествах, необходимых полярнику в его суровой работе.

20 ЛЕТ ГРУЗИНСКОМУ «АСТРОНОМИЧЕСКОМУ КАЛЕНДАРЮ»

С 1961 года выходит «Астрономический календарь» на грузинском языке. В издании этого ежегодника участвуют Абастуманская астрофизическая обсерватория АН ГрузССР, кафедра астрономии Тбилисского государственного университета и Тбилисское отделение Всесоюзного астрономо-геодезического общества. В «Астрономическом календаре» моменты всех небесных явлений вычислены и представлены в виде, удобном для наблюдателя, который находится на территории Грузинской ССР.

Календарь объемом 10 печатных листов состоит из введения, постоянной и переменной части. В введении рассказывается, как пользоваться календарем. Переменная часть содержит таблицы, данные в которых меняются из года в год. Это — эфемериды Солнца, Луны и ярких планет, моменты восхода, захода и верхней кульминации светил. Приводятся графики расположения галилеевых спутников Юпитера, таблицы продолжительности гражданских и астрономических сумерек, продолжительности дней. Сообщаются обстоятельства солнечных и лунных затмений, покрытия звезд Луной. Календарь включает и перечень космических ракет, кораблей, искусственных спутников Земли, запущенных в Советском Союзе.

В постоянной части публикуются таблицы рефракции, сведения о ярких и ближайших звездах, двойных звездных системах, компоненты которых имеют различные цвета, основные данные о Земле, Солнце, Луне, планетах и их спутниках, фундаментальные постоянные.

В каждом выпуске календаря печатаются научно-популярные статьи

Книга хорошо иллюстрирована — более двадцати фотографий отражают историю Арктики. Тот, кому удастся прочесть книгу З. Каневского «Бороться и искать!», не только больше узнает об истории изучения нашей Земли, о мужественных и смелых людях, но, если он честен перед собой и смел, он много узнает и о самом себе. Книга заканчивается словами И. Д. Папанина: «У каждого человека обязательно должен быть свой Полюс!»



по астрономии, ответы на вопросы читателей, астрономическая хроника. «Астрономический календарь» широко используют участники геофизических, картографических, топографических экспедиций, работающих на территории Грузинской ССР, сотрудники станций гидрометеорологической службы. Как вспомогательное пособие календарь хорошо известен студентам, изучающим астрономию в высших учебных заведениях, учащимся и преподавателям средних школ. Популярен календарь и среди любителей астрономии.

Г. Д. КВИРКВЕЛИЯ

Новые книги

ЗНАКОМЬТЕСЬ: МОСКОВСКИЙ ПЛАНЕТАРИЙ

Книжка небольшого формата с привлекательной обложкой представляет собой своеобразный путеводитель по Московскому планетарию. Она так и называется «Московский планетарий». Ее выпустило к 50-летию планетария («Земля и Вселенная», 1979, № 6, с. 58—64.— *Ред.*) издательство «Московский рабочий». Книжку написали директор Московского планетария заслуженный работник культуры РСФСР К. А. Порцевский и председатель секции астрономии и космонавтики, один из ведущих лекторов планетария В. Н. Комаров.

Авторы повествуют об истории создания планетария и находящейся рядом с ним астрономической площадки, подробно описывая демонстрационную аппаратуру и оригинальные приборы. Читатели узнают и о том, как организована лекционная работа в Московском планетарии, и о том, какие созданы при планетарии астрономические кружки. Авторы включили в свою книгу немало познавательного материала по различным вопросам астрономии. Особое место они уделили содержанию важнейших лекций, читаемых в Звездном зале Московского планетария. Книга убеждает в том, что в наши дни Московский планетарий стал одним из интереснейших научно-просветительных музеев столицы.

УЧАЩИМСЯ ПТУ

Пособие «Астрономия» для учащихся средних профессионально-технических училищ выпустило в 1979 году издательство «Высшая школа». В соответствии с требованиями, предъявляемыми к современным учебникам, автор пособия (Е. П. Левитан) выделил наиболее важный учебный материал в основной (первый) раздел книги. Этот раздел, как и программа курса астрономии для ПТУ («Земля и Вселенная», 1978, № 3, с. 69—72.— *Ред.*), состоит из трех частей — «Введение в астрономию», «Солнечная система», «Звезды и галактики». Материал расчленен на 17 параграфов (по числу уроков астрономии в средних ПТУ; еще 3 часа наблюдений).

Второй раздел книги — «Дополнительный материал» — позволяет учащимся, заинтересовавшимся тем или иным вопросом, изложенным в первом разделе, получить дополнительные сведения по истории астрономии, методам астрономических исследований, космонавтике, космогонии и космологии.

Третий раздел «Практические работы и наблюдения» содержит необходимые учащимся задания и инструкции.

В четвертом разделе («Справочном») помещены справочные таблицы, примерные темы рефератов, рекомендуемая литература.

При изложении материала учитывались знания учащихся по физике, географии, математике и обществоведению. Система дидактических заданий (вопросы, задачи и упражнения, включенные в текст, подписи, расположенные под рисунками или следующие за текстом каждого параграфа) призвана помочь преподавателям астрономии осуществлять развивающее и проблемное обучение («Земля и Вселенная», 1979, № 4, с. 68—70. — *Ред.*).

Структура книги в известной степени обеспечивает дифференцированный подход к учащимся, приучает их к самостоятельной работе, развивает полезные навыки самообразования.

СОЗДАТЕЛИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В 1979 году в издательстве «Машиностроение» вышла книга М. Борисова «На космической верфи». В ее первой главе «Главный конструктор» читатели встречаются с Георгием Николаевичем Бабакиным.

Вторая глава: «На ладонях — Луна» повествует о создании автоматической станции «Луна-16», которая впервые взяла в автоматическом режиме и доставила на Землю образцы лунного грунта.

В третьей главе «Луноход: задолго до старта» автор знакомит с работой над «Луноходом-1», проблемами, которые возникали во время этой работы. Нужно было выяснить, сколько на луноходе должно быть телекамер? На какой высоте они должны размещаться? Как управлять луноходом?...

В четвертой главе «Идем к Луне!» рассказывается о создании к началу 70-х годов посадочных ступеней, с помощью которых были доставлены на Луну и луноход, и космическая ракета «Луна-Земля» с возвращаемым аппаратом.

Об антеннах и кабелях, связывающих передатчик и приемник с антенной, о программно-временных устройствах, без которых не отправляется в дальний путь ни один космический аппарат, читатели узнают из пятой главы книги «Тысяча первый вариант».

Шестая глава «Там за облаками...» дает представление о том, почему происходит смена поколений автоматических межпланетных станций, как долго поколение может существовать.

Последняя глава книги посвящена рекордам, установленным советскими межпланетными автоматами. Она так и называется «Советские межпланетные автоматы ставят рекорды».

ПОЧЕМУ ВЫМЕРЛИ МАМОНТЫ

Так называется книга, выпущенная в 1979 году издательством «Наука». Автор ее Н. К. Верещагин в

увлекательной форме рассказывает о причинах вымирания гигантов, обитавших в четвертичном периоде.

Книга состоит из пяти глав. В первой главе «Что такое четвертичный период?» дается характеристика этого последнего крупного отрезка истории Земли. Интерес к нему объясняется тем, что он связан с развитием человека, современной флоры и фауны.

Мамонт как вид вымер не один, а вместе с определенной группой животных. Этой проблеме посвящена вторая глава «Мамонтовая фауна, ее происхождение, условия обитания и видовой состав». Читатель узнает о волосатом носороге, пещерном льве, первобытном бизоне и других животных, внешний вид которых удалось восстановить по рисункам «художников» каменного века и по остаткам костей.

В третьей главе «Условия и причины гибели животных и накопление их остатков в пластах Земли» анализируется жизнь и отмирание организмов в море и на суше.

На вымирание зверей мамонтовой фауны большое влияние оказало воздействие первобытного человека. По различным данным, в том числе на основе этнографических сведений, установлено, как именно истреблялись дикие животные. Об этом рассказывает четвертая глава книги «Большие охоты». Орудия и спосо-

бы. Так почему же все-таки мамонты исчезли? Объясняется это многими причинами, и не последнюю роль здесь сыграла деятельность человека. Этому посвящена заключительная глава книги «Причины вымирания мамонтов и их «спутников».

СТАТЬИ И ЗАМЕТКИ ПО ФИЛОСОФСКИМ И МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИМ ВОПРОСАМ АСТРОНОМИИ, НАУК О ЗЕМЛЕ, КОСМОНАВТИКИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В «ЗЕМЛЕ И ВСЕЛЕННОЙ» В 1965—1979 ГОДАХ

Амбарцумян В. А.	Коперник и современная астрономия	1973, № 4, с. 11—18	Гаврюшин Н. К.	Коперниканская эстетика	1973, № 6, с. 42—44
Вeselовский И. Н.	От древних представлений к гелиоцентрической системе мира Коперника	1973, № 1, с. 47—52	Гиндилис Л. М.	О возможности связи с внеземными цивилизациями	1965, № 1, с. 18—27
Виноградов А. П.	Океан и человечество	1972, № 5, с. 20—21	Гиндилис Л. М.	Внеземные цивилизации—объект поисков и исследований	1970, № 5, с. 2—9
Виноградов А. П.	Технический прогресс и защита биосферы	1973, № 6, с. 3—9	Гиндилис Л. М.	«Ура! Да здравствует контакт»	1971, № 2, с. 76—77
Воскобойников А. Э.	На философских рубежах астрономии	1967, № 4, с. 55—58	Гиндилис Л. М.	Межзвездные перелеты	1971, № 5, с. 42—48
				CETI-71	1972, № 2, с. 49—53; № 3, с. 48—55

Гиндилис Л. М.	Модель контакта, а не доказательство зонда	1976, № 2, с. 78—82	Лесков Л. В.	Внеземные цивилизации: вероятность существования	1979, № 3, с. 61—63
Дайсон Ф. (США)	Поиски внеземной инженерной деятельности	1968, № 6, с. 68—74	Марковиц В. (США)	Физика и метафизика неопознанных летающих объектов	1968, № 3, с. 54—60
Еремеева А. И.	Кеплер и естествознание	1972, № 1, с. 34—40	Мартынов Д. Я.	Астрономия середины XX столетия	1971, № 3, с. 33—41; № 4, с. 20—27
Ефремов Ю. Н.	Космический зонд от ε Волопаса	1973, № 6, с. 68—70	Мартынов Д. Я.	Черты прогресса в астрономии XX века	1976, № 5, с. 15—22
Ефремов Ю. Н.	Горизонты астрономии	1978, № 3, с. 50—58	Мартынов Д. Я.	Летающие тарелки — тест на интеллект	1977, № 4, с. 44—48
Закиров У. Н., Школенко Ю. А., Зельдович Я. Б.	Жизнь и разум во Вселенной	1973, № 4, с. 78	Наан Г. И.	Революция в астрономии	1966, № 3, с. 15—18
Казютинский В. В.	Творчество Эйнштейна и астрономия	1979, № 2, с. 10—19		Науки о Земле и Вселенной к полувековому юбилею Октября (передовая)	1967, № 5, с. 2—5
Казютинский В. В.	Проблема бесконечности Вселенной в современной космологии	1965, № 5, с. 67—70		Пути и перспективы развития космонавтики	1974, № 2, с. 53—58
Казютинский В. В.	Современная астрономия и диалектика	1970, № 2, с. 51—57	Никитин С. А., Школенко Ю. А.	Законы физики и новые открытия в астрономии	1973, № 2, с. 7—10
Казютинский В. В.	Энгельс и философские вопросы астрономии	1970, № 6, с. 8—12	Новиков И. Д.	Релятивистская астрофизика — новая ветвь науки о небе	1978, № 1, с. 12—15
Каплан С. А., Кардашев Н. С., Келдыш М. В.	Астроинженерия	1977, № 3, с. 66—74	Новиков И. Д.	Внеземные цивилизации и кибернетика	1969, № 6, с. 2—5
Кирсанов В. С.	Имя Коперника будет сиять вечно	1973, № 4, с. 3—5		Пришельцы из Космоса — научная гипотеза?	1973, № 6, с. 59—62
Корлис У. (США)	«История философии для физиков и математиков»	1976, № 1, с. 94—95	Пановкин Б. Н.	«Планеты для людей»	1975, № 3, с. 90
Корлис У. (США)	Обнаружение жизни в Космосе	1965, № 6, с. 39—44	Пановкин Б. Н.	Школа-семинар по проблеме СЕТИ	1976, № 4, с. 68—71
Кузнецов Б. Г.	К 100-летию со дня рождения Владимира Ильича Ленина (передовая)	1970, № 2, с. 2—5	Пановкин Б. Н.	Зачем человечеству завоевание космического пространства	1969, № 2, с. 4—14
Кузнецов Б. Г.	К 50-летию общей теории относительности	1966, № 2, с. 31—35	Петров Г. И.	«Астрономия наших дней»	1977, № 5, с. 92—93
Кузнецов Б. Г.	Джордано Бруно и современность	1975, № 5, с. 18—24		Космос — людям XX века	1975, № 2, с. 5—8
Кузнецов Ю. П.	Сигналы внеземных цивилизаций — какими они могут быть?	1972, № 1, с. 30—33	Сандлер Б. А.	А. П. Виноградов — выдающийся естествоиспытатель	1976, № 3, с. 51—52
Куницыкий Р. В.	Астрономия в атеистической пропаганде	1965, № 1, с. 43—47	Сидоренко А. В.	Геометрия мира и эксперимент	1966, № 3, с. 14—15
Левитан Е. П.	«Бесконечность и Вселенная»	1970, № 3, с. 93—95	Сморodinский Я. А.	Время и Вселенная	1979, № 1, с. 75—76
Левитан Е. П.	Книга о философских основах современной астрономии	1977, № 2, с. 91—95	Сучкова Г. Г., Улановский Л. Э.	Возможны ли скорости выше скорости света?	1973, № 6, с. 36—39

Урсул А. Д.	Освоение космоса и прогресс общества	1965, № 2, с. 46—49
Урсул А. Д.	Экологические перспективы и космонавтика	1976, № 2, с. 32—38
Урсул А. Д.	Внеземные цивилизации: проблема существования	1979, № 6, с. 55—57
Федосеев П. Н.	Бируни — великий ученый и гуманист	1973, № 5, с. 54—56
Фесенкова Л. В.	Может ли быть Марс обитаем?	1965, № 5, с. 57—60
Фесенков В. Г., Мухин Л. М.	«Жизнь вне Земли»	1967, № 4, с. 94—95
Фесенков В. Г.	В. И. Ленин и становление советской астрономии	1970, № 2, с. 6—10
Филиппов Ю. К.	Каналы Марса — есть жизни?	1969, № 1, с. 70—73
Чирвинский П. Н.	Метеориты как объекты религиозного почитания	1965, № 6, с. 36—39
Шварц С. С.	Экологические основы охраны биосферы	1973, № 6, с. 10—13
Шебалин Н. В.	Человек и Земля	1965, № 1, с. 33—38
Шпилевский А. В.	Новая интерпретация таинственного радиоэха	1976, № 2, с. 74—77
Щербина В. В.	Интересы Ферсмана в области космохимии и планетарной геологии	1977, № 3, с. 45—48

Адрес редакции: 103717, ГСП, Москва К-62, Подсосенский пер., д. 21, комн. 2.

Телефоны: 227-02-45, 227-07-45

Художественный редактор: Л. Я. Шимкина

Корректоры: В. А. Володина, Т. Н. Морозова

Номер оформили: А. Н. Балувев, А. Г. Калашникова, Б. М. Разин, Е. К. Тенчурина

Адрес издательства: 117864, ГСП-7, Москва, В-485, Профсоюзная ул., 90.

Сдано в набор 27.11.79. Подписано в печать 6.02.80. Т-03927. Формат бум. 84×108¹/₁₆. Высокая печать. Усл. печ. л. 8,4. Уч.-изд. л. 11,0. Бум. л. 2,5. Тираж 53.000 экз. Цена 50 коп. Заказ 2508.

2-я типография изд-ва «Наука». 121099, Москва, К-99, Шубинский пер., 10.

2 МАРТ АПРЕЛЬ 1980 ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

Орган Секции физико-технических и математических наук, Секции наук о Земле Президиума Академии наук СССР и Всесоюзного астрономо-геодезического общества

Редакционная коллегия:

Главный редактор
доктор физико-математических наук
Д. Я. МАРТЫНОВ
Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ
Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Член-корреспондент АН СССР
Г. А. АВСЮК
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Кандидат физико-математических наук
В. А. БРОНШТЭН
Доктор юридических наук
В. С. ВЕРЕЩЕТИН
Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор технических наук
А. А. ИЗOTOV
Доктор физико-математических наук
И. К. КОВАЛЬ
Член-корреспондент АН СССР
В. Г. КОРТ
Доктор физико-математических наук
Б. Ю. ЛЕВИН
Кандидат физико-математических наук
Г. А. ЛЕЙКИН
Академик
А. А. МИХАЙЛОВ
Доктор физико-математических наук
Г. С. НАРИМАНОВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
Доктор физико-математических наук
К. Ф. ОГОРОДНИКОВ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор географических наук
М. А. ПЕТРОСЯНЦ
Доктор геолого-минералогических наук
Б. А. ПЕТРУШЕВСКИЙ
Доктор физико-математических наук
В. В. РАДЗИЕВСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Доктор технических наук
К. П. ФЕОКТИСТОВ

Ум человеческий открыл много диковинного в природе и откроет еще больше, увеличивая тем свою власть над ней...

В. И. ЛЕНИН



ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 50 КОП
ИНДЕКС 70336